collection Textes de référence - Collège
Programmes

Physique - Chimie

classes de cinquième et de quatrième

Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Direction générale de l'enseignement scolaire

applicable à la rentrée 2006 en classe de cinquième
applicable à la rentrée 2007 en classe de quatrième

édition juin 2006

Centre national de documentation pédagogique

Suivi éditorial
Christine NOTTRELET
et son équipe
Jeannine DEVERGILLE – Maryse LAIGNEL
31, rue de la Vanne – 92120 Montrouge – 01 46 12 84 87

Maquette
Fabien BIGLIONE

Maquette de couverture
Catherine VILLOUTREIX

ISBN : 2-240-02230-2
ISSN : 1778-2759

Sommaire

Introduction générale pour le collège

A. Idées directrices

En fonction de l'argumentation développée ci-dessous, le programme se fonde sur les objectifs suivants :

- centrer l'enseignement sur des connaissances et de compétences essentielles ;
- mettre l'accent sur l'unité profonde des phénomènes physicochimiques qui structurent le monde naturel et qui permettent notamment une vision rationnelle, cohérente et globale de l'environnement ;
- renforcer la corrélation de l'enseignement de physique-chimie avec celui des autres disciplines scientifiques, en montrant à la fois sa spécificité et son apport aux autres disciplines, en faisant des références explicites aux programmes de ces autres disciplines et aux thèmes de convergence.

Les programmes de l'école primaire comportent au cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2) une partie *Découvrir le monde* et au cycle des approfondissements (cycle 3) une partie *Sciences et technologie*. Ces dernières définissent les premiers éléments d'un enseignement scientifique sous forme de thèmes, sans que soit spécifié ce qui revient à tel ou tel champ disciplinaire.

Ce n'est qu'au cycle central du collège que la physique-chimie apparaît en tant que discipline à part entière. Elle doit rester à ce stade fortement corrélée aux autres disciplines scientifiques (sciences de la vie et de la Terre, technologie et mathématiques), tout en gardant un lien sensible avec l'histoire-géographie et en contribuant à l'éducation du citoyen, en particulier dans sa relation avec l'environnement en participant à l'éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD).

La physique-chimie contribue aussi à l'apprentissage de la maîtrise de la langue, à l'écrit comme à l'oral, par la pratique d'activités documentaires, par la rédaction de comptes-rendus, par l'analyse d'énoncés et la rédaction de solutions d'exercices, par l'entraînement à une argumentation exigeante et rigoureuse tant dans l'emploi du lexique que de la syntaxe. Les activités expérimentales, en amenant les élèves à formuler des hypothèses et à les confronter aux faits, développent la pensée logique.

L'enseignement de physique-chimie a des objectifs qui lui sont propres et qui se déclinent tant au collège qu'au lycée :

1. Cet enseignement entend développer chez l'ensemble des élèves des éléments de culture scientifique indispensables dans le monde contemporain et susciter des vocations scientifiques (techniciens, ingénieurs, chercheurs, enseignants, médecins...) : il doit pour cela être motivant et ancré sur l'environnement quotidien et les techniques contemporaines.

2. Au travers de la démarche expérimentale, il doit former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique et à l'honnêteté intellectuelle. Avec des sujets attractifs et des expériences passionnantes, il doit susciter la curiosité ; il convient de souligner que la démarche elle-même est un facteur de motivation.

3. L'enseignement de physique-chimie doit former au raisonnement, tant quantitatif que qualitatif. L'étude de la matière et de ses transformations est par excellence le domaine du raisonnement qualitatif où il s'agit en général moins de savoir utiliser des outils mathématiques que de déceler, sous le phénomène com-

plexe, les facteurs prédominants. Le qualitatif n'est pas la solution de facilité : il est beaucoup plus aisé d'effectuer un calcul juste que de tenir un raisonnement pertinent.

4. Il doit être ouvert sur les techniques qui, pour la plupart, ont leur fondement dans la physique et la chimie.

5. Au même titre que les autres disciplines scientifiques, la physique et la chimie interviennent dans les choix politiques, sociaux, voire d'éthique. L'enseignement de physique-chimie doit contribuer à la construction d'un « mode d'emploi de la science et de la technique » afin que les élèves soient préparés à ces choix.

6. L'enseignement doit faire ressortir que la physique et la chimie sont des éléments de culture essentiels en montrant que le monde est intelligible. L'extraordinaire richesse et la complexité de la nature et de la technique peuvent être décrites par un petit nombre de lois universelles constituant une représentation cohérente de l'univers. Dans cet esprit, il doit faire appel à la dimension historique de l'évolution des idées. Il doit également faire une place aux sciences de l'univers.

7. Il doit montrer que cette représentation cohérente est enracinée dans l'expérience : les activités expérimentales ont une place essentielle, spécifique dans ces disciplines.

8. L'enseignement s'ouvre largement sur les applications. Il faut que les élèves sachent que grâce aux recherches et aux connaissances fondamentales, des applications techniques essentielles ont vu le jour et que, réciproquement, les applications peuvent motiver la recherche.

9. Il doit former le citoyen-consommateur au bon usage des objets techniques ainsi qu'à celui des produits chimiques qu'il sera amené à utiliser dans la vie quotidienne. Cette éducation débouche naturellement sur l'apprentissage de la sécurité, sur la sauvegarde de la santé, sur le respect de l'environnement. Pour que le citoyen-consommateur puisse comprendre et intervenir ultérieurement dans les choix de société, des notions, certes modestes, sur l'énergie, l'histoire des sciences, les statistiques seront intégrées dans l'enseignement.

Les présentations de ces thèmes sont annexées à ce programme (cf. Thèmes de convergence) et des références précises mentionnées dans ce même programme y renvoient.

10. Ancré dans l'environnement quotidien, l'enseignement devra utiliser au mieux les outils de communication, moyens d'expression contemporains. L'enseignement de la physique-chimie privilégie l'observation, l'expérimentation directe et la mesure. L'emploi de l'ordinateur est complémentaire avec ces pratiques. L'ordinateur est un outil privilégié pour la saisie et le traitement des données ainsi que pour la simulation. Son utilisation est intégrée à la pédagogie.

En leur qualité de « sciences fondamentales des phénomènes naturels », la physique et la chimie mettent aussi à la disposition des SVT et de la technologie les notions qui leur sont nécessaires.

Les lois qui constituent le noyau de leur domaine d'étude s'appliquent en effet aussi bien à la nature proprement dite, vivante ou non, qu'aux objets produits par l'homme.

L'enseignement de physique -chimie (considéré ici d'un point de vue d'ensemble, la distinction entre les deux champs n'ayant rien de fondamental au niveau du collège) doit ainsi mettre à la disposition d'autres disciplines les premières notions sur la matière, ses états et ses transformations, la lumière, l'électricité, l'énergie. Dans le cadre d'un aller et retour continuel entre les champs disciplinaires, il convient que ces notions physicochimiques, confrontées à l'observation, soient aussi étayées par des exemples tirés des domaines d'autres disciplines, sans négliger l'interaction constante avec la maîtrise de la langue.

La description du monde présentée au collège, en devenant plus quantitative, constitue un champ privilégié d'interdisciplinarité avec les mathématiques.

Cette interaction est manifeste pour tout ce qui concerne la *mesure* : les unités de mesure ont été mentionnées dans les programmes de l'école élémentaire. En s'appuyant sur la pratique de la mesure, l'enseignement de physique-chimie au collège développe ce champ de connaissances (y compris les incertitudes et les ordres de grandeurs), essentiel tant à l'expression des autres sciences qu'à la formation du citoyen.

De même cette interaction est-elle tout aussi manifeste en ce qui concerne la manipulation des *nombres*, qui sont le résultat de la mesure : la physique-chimie vient alors illustrer, en les éclairant par la notion d'ordre de grandeur, des concepts tels que les puissances de dix par exemple.

Le programme de physique-chimie se situe dans le prolongement de rubriques du programme du cycle 3 de l'école élémentaire. Il convient d'en aborder les parties concernées par une « séance introductive » au cours de laquelle, à partir d'un questionnement judicieux des élèves, le professeur prend la mesure des acquis effectifs de l'enseignement de l'école primaire dans le domaine considéré. Ceci lui permet d'adapter en conséquence la suite de son enseignement et le cas échéant de gagner du temps en évitant des redites et en veillant à ne pas lasser les élèves par la répétition de considérations élémentaires déjà assimilées.

Les contenus disciplinaires sont accompagnés de durées conseillées. Toutefois, en fonction des acquis préalables des élèves, les durées proposées pour chacune des parties de programme sont modulables.

La mise en œuvre des activités préconisées par le programme de physique-chimie conduit à recommander la constitution, chaque fois qu'il est possible, de groupes à effectif réduit (par exemple en formant 3 groupes à partir de 2 divisions, tout en respectant l'horaire élève).

Afin de faciliter la lecture du programme, une présentation en trois colonnes est proposée, ce qui donne de gauche à droite :

- la colonne intitulée **contenus-notions** qui recense les champs de connaissances de physique-chimie concernés. Y sont, de plus, mentionnés en italique les interactions avec les autres disciplines et les éléments qui font intervenir l'éducation du citoyen et la prise en compte de l'environnement, ainsi que les « fiches connaissance » de l'école primaire.
- la colonne intitulée **compétences** qui explicite les éléments disciplinaires du socle minimal et définit un lien direct avec les notions à évaluer.
- la colonne **exemples d'activités** qui présente une liste non obligatoire et non exhaustive d'exemples qui peuvent être exploités sous forme d'expériences de cours, d'activités expérimentales ou en travaux de documentation. Les questions qui figurent dans cette colonne peuvent servir de fil conducteur dans une démarche d'investigation.

La présentation retenue n'implique pas une progression obligatoire. Toute liberté est laissée à l'enseignant pour organiser son cours dans l'ordre où il le souhaite. L'essentiel est que le professeur ait une progression logique et que tout le programme soit étudié.

B. Compétences transversales

Les compétences constituant le socle minimal ne se résument pas à celles qui sont répertoriées dans la deuxième colonne des tableaux des programmes et qui sont associées à des contenus et à des notions identifiés.

À l'issue du collège, l'élève doit en effet également être capable de :

- construire un graphique en coordonnées cartésiennes à partir d'une série de données, les échelles étant éventuellement précisées par le professeur ;
- interpoler une valeur ;
- faire le schéma d'une expérience ou d'un montage déjà réalisé ;
- réaliser une expérience décrite par un schéma ou un protocole ;
- faire un schéma utilisant les symboles normalisés ;

- lire un texte simple contenant des données en liaison avec le programme et en extraire des informations pertinentes ;
- utiliser la conjonction « donc » de façon pertinente dans des argumentations ;
- utiliser le conditionnel (si… alors) ;
- une expérience ayant été réalisée, imaginer ou reprendre une argumentation logique permettant de parvenir des faits à une conclusion ;
- en réponse à une situation–problème (le problème scientifique formulé étant très simple), proposer un protocole expérimental à partir d'une liste de matériel éventuellement en excès permettant de répondre à la question.

A ces compétences, il convient d'ajouter celles relevant spécifiquement du brevet informatique et Internet *[B2i]*.

C. Autonomie, responsabilité et créativité

Dès la classe de cinquième, et *a fortiori*, celle de quatrième et de troisième, l'enseignement de physique-chimie doit permettre d'aider les élèves à acquérir une certaine autonomie articulée autour de deux axes : la responsabilité et la créativité dans le domaine des sciences, entendu au sens large.

Il est important que les premières séances de l'année soient consacrées, au travers des activités proposées, à la prise de conscience par les élèves de l'importance de ces objectifs qui demeureront prioritaires toute l'année.

Ainsi on pourra, par exemple, proposer des activités expérimentales où le respect d'un protocole est essentiel, chacun opérant à son tour au sein d'un groupe restreint avec éventuellement une auto-évaluation, individuelle ou d'équipe. D'autres séances mettront l'accent sur les capacités à imaginer des expériences en fonction d'un objectif et à s'organiser pour les mener à bien.

Il s'agit de valoriser l'esprit d'initiative, mais aussi l'écoute et le respect des autres au sein d'une équipe.

D. Le travail des élèves et l'évaluation

En dehors des travaux réalisés en classe, il importe que les élèves fournissent un travail personnel en étude ou à la maison. Il est en effet indispensable que les élèves apprennent à fournir un travail autonome régulier qui complète les activités menées avec le professeur et qui leur permette d'asseoir les connaissances de base tout en suscitant recherche et curiosité.

Outre l'apprentissage des leçons (phrases-clés, schémas annotés, résumés explicites) associé à la maîtrise de la langue, ce travail personnel peut prendre des formes diverses :

- résolution d'exercices d'entraînement de différentes natures (savoir-faire théoriques, exercices à entrée expérimentale, activité ayant pour support un texte documentaire, scientifique…) ;
- travaux de rédaction consécutifs à des recherches personnelles (au CDI, sur le Web…) ;
- analyse et/ou établissement de protocoles expérimentaux ;
- interprétation d'expériences.

Il convient de veiller à un équilibre judicieux entre ces activités.

L'évaluation, quant à elle, doit porter de manière équilibrée non seulement sur les compétences et les savoir-faire théoriques mais aussi, de façon importante sur les activités expérimentales.

Elle prend des formes variées : restitution du cours, exercices à résoudre, schémas à tracer ou à exploiter, expériences pour tenir compte de la diversité des compétences à maîtriser et de la diversité des élèves.

Il y a lieu de distinguer :

- l'évaluation formative qui jalonne les apprentissages et permet une diversification des aides apportées à l'élève en valorisant les efforts et en s'efforçant d'assurer un suivi personnalisé ;

- l'évaluation sommative qui permet de dresser un bilan des acquisitions et des progrès de l'élève, sans négliger d'apporter à chacun des conseils personnalisés.

Il est recommandé de consacrer environ 10% du temps de travail à cette évaluation sommative.

Cette évaluation doit s'appuyer sur la colonne des « compétences exigibles » des programmes, que ces compétences soient « théoriques » ou « expérimentales ». Les activités expérimentales étant le fondement même de la physique et de la chimie, le professeur doit veiller à évaluer en particulier les compétences qui s'y rattachent et qui sont signalées en tant que telles dans la colonne centrale des tableaux des programmes, et traduire cette évaluation de manière significative dans l'appréciation (chiffrée ou non) portée sur l'élève. Cette évaluation s'effectue à travers des comptes rendus d'expériences et, à l'aide de quelques indicateurs, en observant les élèves en train de manipuler.

Une banque d'outils disciplinaires d'aide à une évaluation transdisciplinaire des compétences a été mise en place par la Direction de la Programmation et du Développement reprenant de manière transversale cinq compétences de base : réaliser, raisonner et argumenter, communiquer, mobiliser des connaissances et préparer à la citoyenneté. Cette banque permet d'ajuster l'action pédagogique en portant un regard croisé sur l'élève et favorise le dialogue « parents, professeurs, élèves » en particulier pour la phase cruciale de l'orientation.

Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques

I. La culture scientifique acquise au collège

À l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit[1]. Il doit pouvoir apporter des éléments de réponse simples mais cohérents aux questions : « Comment est constitué le monde dans lequel je vis ? », « Quelle y est ma place ? », « Quelles sont les responsabilités individuelles et collectives ? ».

Toutes les disciplines concourent à l'élaboration de cette représentation, tant par les contenus d'enseignement que par les méthodes mises en oeuvre. Les sciences expérimentales, la géographie et la technologie apportent une représentation globale de la nature et du monde construit par et pour l'Homme. Les mathématiques fournissent des outils puissants pour modéliser des phénomènes et anticiper des résultats, en particulier dans le domaine des sciences expérimentales, en permettant l'expression et le développement de nombreux éléments de connaissance. Elles se nourrissent des problèmes posés par la recherche d'une meilleure compréhension du monde ; leur développement est également, pour une très large part, liée à la capacité de l'être humain à explorer des concepts théoriques. L'éducation physique et sportive apporte une connaissance de soi et des autres à travers des expériences motrices variées, sources d'émotions et de partage.

L'élaboration d'une représentation globale et cohérente du monde passe par la mise en convergence des savoirs disciplinaires autour de thèmes, tels que l'énergie, l'environnement et le développement durable, la météorologie et la climatologie, la santé, la sécurité, le mode de pensée statistique dans le regard sur le monde. Cette construction commune nécessite de la part des enseignements disciplinaires des contributions coordonnées, explicitées dans la partie intitulée **thèmes de convergence**.

La perspective historique donne une vision cohérente des sciences et des techniques et de leur développement conjoint. Elle permet de présenter les connaissances scientifiques comme une construction humaine progressive et non comme un ensemble de vérités révélées. Elle éclaire par des exemples le caractère réciproque des interactions entre sciences et techniques.

---

1. Le regard sur le monde est limité ici à celui des disciplines scientifiques. Toutes les disciplines contribuent à la compréhension du monde. En particulier, l'objectif affiché correspond également à celui de l'enseignement de l'histoire et de la géographie. Les approches en sont toutefois différentes et complémentaires. Il ne peut y avoir de représentation globale et cohérente du monde que si l'on replace l'élève dans l'humanité riche de 6 milliards d'hommes qui le peuplent, l'exploitent, le transforment, l'aménagent, l'organisent.

Contribution à une représentation globale et cohérente du monde à la fin du collège

1. Unité et diversité du monde

L'extraordinaire richesse de la nature et la complexité de la technique peuvent être décrites par un petit nombre de lois universelles et de concepts unificateurs[2].

L'unité du monde est d'abord structurelle : la matière, vivante ou inerte, est un assemblage d'atomes, le plus souvent organisés en molécules. Les propriétés des substances ou des espèces chimiques sont fonction de la nature des molécules qui les composent. Ces dernières peuvent se modifier par un réarrangement des atomes donnant naissance à de nouvelles molécules et ainsi à de nouvelles substances. Une telle transformation dans laquelle la nature des atomes, leur nombre total et la masse totale restent conservés est appelée transformation (ou réaction) chimique.

La matière vivante est constituée d'atomes qui ne sont pas différents dans leur nature de ceux qui constituent la matière inerte. Son architecture fait intervenir un niveau d'organisation qui lui est particulier, celui de la *cellule*, elle-même constituée d'un très grand nombre de molécules et siège de transformations chimiques.

Les êtres vivants possèdent un ensemble de fonctions (nutrition, relation, reproduction) qui leur permettent de vivre et de se développer dans leur milieu.

Les échanges entre l'organisme vivant et le milieu extérieur sont à l'origine de l'approvisionnement des cellules en matière (nutriments et dioxygène permettant la transformation d'énergie et le renouvellement des molécules nécessaires à leur fonctionnement) et du rejet dans le milieu de déchets produits par leur activité.

Il existe aussi une unité de représentation du monde qui se traduit par l'universalité des lois qui régissent les phénomènes naturels : la conservation de la matière, qui se manifeste par la conservation de sa masse totale au cours des transformations qu'elle subit, celle de l'énergie au travers de ses transformations sous diverses formes. Les concepts d'échange de *matière*, d'*énergie* et d'*information* sous-tendent aussi bien la compréhension du fonctionnement des organismes vivants que des objets techniques ou des échanges économiques ; ils sont également la base d'une approche rationnelle des problèmes relatifs à la sécurité et à l'environnement. Ce type d'analyse est particulièrement pertinent pour comprendre les besoins auxquels les objets ou les systèmes techniques répondent ainsi que la constitution et le fonctionnement de ces objets.

C'est au contraire une prodigieuse diversité du monde que met en évidence l'observation quotidienne des paysages, des roches, des espèces vivantes, des individus … Il n'y a là aucune contradiction : ce sont les combinaisons d'un nombre limité d' « espèces atomiques » (éléments chimiques) qui engendrent le nombre considérable d'espèces chimiques présentes dans notre environnement, c'est la combinaison aléatoire des gènes qui rend compte de l'unicité de l'individu ; la reproduction sexuée permet à la fois le maintien et la diversification du patrimoine génétique des êtres vivants.

L'Homme est apparu récemment dans l'évolution des espèces et se caractérise par le développement de ses capacités intellectuelles, motrices, sensorielles et affectives qui lui permettent d'appréhender le monde qui l'entoure, d'agir sur lui et de percevoir les effets de ses actions.

En tant que tel, l'individu possède les caractères de son espèce (unité de l'espèce) et présente des variations qui lui sont propres (unicité de l'individu). Comme chaque être vivant, il est influencé à la fois par l'expression de son patrimoine génétique et par ses conditions de vie. De plus, ses comportements personnels, notamment ses activités physiques et ses pratiques alimentaires, influent sur la santé, tant au plan individuel que collectif.

---

2. Phrase extraite de l'ouvrage « Qu'apprend-on au collège » rédigé par le Conseil national des programmes et publié par le CNDP en 2002.

2. Percevoir le monde

L'organisme perçoit en permanence grâce aux organes des sens des informations de nature physico-chimique provenant de son environnement. Au-delà de la perception directe, l'observation peut être affinée par l'emploi d'instruments, objets techniques qui étendent les possibilités des sens. Elle peut aussi être complétée par l'utilisation d'appareils de mesure et par l'exploitation mathématique des résultats qu'ils fournissent. L'exploitation de séries de mesures, la réflexion sur leur moyenne et leur dispersion, tant dans le domaine des sciences expérimentales que dans celui des sciences humaines introduit l'idée de précision de la mesure et conduit à une première vision statistique du monde.

La démarche expérimentale, au-delà de la simple observation, contribue à une représentation scientifique, donc explicative, du monde.

3. Se représenter le monde

La perception immédiate de l'environnement à l'échelle humaine est complétée par une représentation du monde aux échelles microscopique d'une part et astronomique de l'autre. Les connaissances acquises en mathématiques permettent de s'appuyer sur des modèles de représentation issus de la géométrie, de manipuler les dimensions correspondantes et de les exprimer dans les unités appropriées.

À l'échelle microscopique, l'ordre de grandeur des dimensions respectives de l'atome et de la cellule est connu.

À l'échelle astronomique, le système solaire est conçu comme un cas particulier de système planétaire et la Terre comme une planète particulière.

À la vision externe de la Terre aux échelles moyennes s'ajoute une représentation interne de notre planète et des matériaux qui la composent, ainsi qu'à un premier degré de compréhension de son activité et de son histoire.

La représentation du monde ne se réduit pas à une description de celui-ci dans l'espace. Elle devient cohérente en y adjoignant celle de son évolution dans le temps. Ici encore, ce sont les outils mis en place dans l'enseignement des mathématiques qui permettent de comparer les échelles de temps appropriées : géologique, historique et humaine et d'étudier divers aspects quantitatifs de cette évolution (graphiques, taux de croissance…).

4. Penser mathématiquement

L'histoire de l'humanité est marquée par sa capacité à élaborer des outils qui lui permettent de mieux comprendre le monde, d'y agir plus efficacement et de s'interroger sur ses propres outils de pensée. À côté du langage, les mathématiques ont été, dès l'origine, l'un des vecteurs principaux de cet effort de conceptualisation. Au terme de la scolarité obligatoire, les élèves doivent avoir acquis les éléments de base d'une pensée mathématique. Celle-ci repose sur un ensemble de connaissances solides et sur des méthodes de résolution de problèmes et des modes de preuves (raisonnement déductif et démonstrations spécifiques).

II. Responsabilité et citoyenneté

Les sciences expérimentales et les mathématiques, au même titre que d'autres disciplines, au premier rang desquelles figurent l'histoire, la géographie, l'éducation physique et sportive et la technologie, contribuent à responsabiliser l'élève en matière d'environnement, de santé et de sécurité. Elles favorisent l'exercice de l'esprit critique et du raisonnement ; elles conduisent ainsi l'élève à adopter une attitude raisonnée devant l'information des medias.

1. L'homme et l'environnement. Gestion des ressources matérielles et énergétiques

Depuis son origine, l'espèce humaine manifeste une aptitude inégalée à modifier son environnement. Cette caractéristique impose à l'ensemble de la société une

réflexion collective en vue de maîtriser ses propres choix économiques et politiques. Chaque citoyen doit pouvoir disposer des outils d'analyse scientifique lui permettant d'être pleinement acteur de ce processus. Les connaissances scientifiques et pratiques acquises au collège donnent la base d'une compréhension raisonnée des responsabilités individuelles et sociales vis-à-vis de l'environnement. L'idée de conservation de la matière permet de comprendre qu'une substance rejetée peut être diluée ou transformée mais ne disparaît pas. Les activités humaines peuvent être la source de pollutions, mais il est également possible de mettre à profit la chimie et les biotechnologies pour restaurer l'environnement dans une perspective de développement durable.

Les relations de l'homme avec son environnement ne se limitent pas à la préservation de celui-ci. Les disciplines scientifiques apportent également les bases nécessaires à la compréhension des problèmes posés par la gestion des ressources de la planète, tant en termes de matière que d'énergie.

La complémentarité des apports disciplinaires dans l'étude de l'exploitation humaine des ressources énergétiques est exemplaire. Les disciplines scientifiques apportent les définitions et les unités des grandeurs énergétiques, l'analyse des transferts entre les diverses formes d'énergie ; la géographie étudie la consommation humaine des ressources énergétiques, l'inégalité de leur répartition, l'évolution dans le temps de cette consommation et de ses usages.

En fin de troisième, l'élève doit avoir une vue d'ensemble d'un monde avec lequel l'homme interagit et qu'il a profondément transformé. Sans que lui soient dissimulés les problèmes qui restent posés par cette transformation, l'élève doit avoir pris conscience de tout ce que son mode de vie doit aux progrès des sciences et des techniques.

2. La santé

Une éducation à la santé vise à aider chaque jeune à s'approprier progressivement les moyens d'opérer des choix, d'adopter des comportements responsables, pour lui-même comme vis-à-vis d'autrui. Elle ne doit pas être un simple discours sur la santé mais doit permettre l'appropriation de connaissances pour comprendre et agir en développant des attitudes, telles que l'estime de soi, le respect des autres, la solidarité, l'autonomie, la responsabilité , l'esprit critique.

3. La sécurité

Les connaissances scientifiques et techniques permettent à l'élève, en plus des règles de sécurité dont l'observation s'impose à tous, d'avoir un comportement adapté et réfléchi face aux risques qu'il encourt ou qu'il fait encourir aux autres.

III. Les méthodes

Prise en compte des acquis de l'école primaire

Certaines rubriques des programmes se situent dans le prolongement de rubriques du programme du cycle 3 de l'école élémentaire. Il convient d'aborder chacune de ces rubriques par une *séance introductive* au cours de laquelle, à partir d'une investigation soumise à la classe, le professeur prend la mesure des acquis effectifs de l'enseignement de l'école primaire dans le domaine considéré. Ceci lui permet d'adapter en conséquence la suite de son enseignement et le cas échéant de gagner du temps en évitant des redites et en veillant à ne pas lasser les élèves par la répétition de considérations élémentaires déjà assimilées.

Les professeurs sont invités à prendre connaissance des programmes entrés en vigueur à l'école primaire depuis la rentrée 2003. En ce qui concerne les sciences expérimentales et la technologie, ils doivent également consulter les *fiches « connaissances »*diffusées par le Ministère de l'Éducation nationale. Ces fiches expriment l'essentiel des connaissances de ces domaines dans des termes accessibles à des élèves du cycle 3 de l'école primaire. Les enseignants peuvent éga-

lement se reporter à ces fiches pour prendre connaissance des difficultés liées au vocabulaire courant et aux représentations préalables des élèves.

Les fiches « connaissances » sont référencées ci-dessous à l'intérieur des programmes de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre.

La démarche d'investigation

Dans la continuité de l'école primaire, les programmes du collège privilégient pour les disciplines scientifiques une démarche d'investigation. Comme l'indiquent les modalités décrites ci-dessous, cette démarche n'est pas unique. Elle n'est pas non plus exclusive et tous les objets d'étude ne se prêtent pas également à sa mise en œuvre. Une présentation par l'enseignant est parfois nécessaire, mais elle ne doit pas, en général, constituer l'essentiel d'une séance dans le cadre d'une démarche qui privilégie la construction du savoir par l'élève. Il appartient au professeur de déterminer les sujets qui feront l'objet d'un exposé et ceux pour lesquels la mise en œuvre d'une démarche d'investigation est pertinente.

La mise en œuvre des activités préconisées par les programmes des sciences expérimentales (Physique-chimie, Sciences de la vie et de la Terre) et la technologie conduit à recommander pour ces disciplines la constitution, chaque fois qu'il est possible, de groupes à effectif réduit (par exemple en formant 3 groupes à partir de 2 divisions, tout en respectant l'horaire élève).

La démarche d'investigation scientifique présente des analogies entre son application au domaine des sciences expérimentales et celui des mathématiques. La spécificité de chacun de ces domaines, liée à leurs objets d'étude respectifs et à leurs méthodes de preuve, conduit cependant à quelques différences dans la réalisation. Une éducation scientifique complète se doit de faire prendre conscience aux élèves à la fois de la proximité de ces démarches (résolution de problèmes, formulation respectivement d'hypothèses explicatives et de conjectures) et des particularités de chacune d'entre elles, notamment en ce qui concerne la validation, par l'expérimentation d'un côté, par la démonstration de l'autre.

Repères pour la mise en œuvre d'une démarche d'investigation

1. Divers aspects d'une démarche d'investigation

Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales) et sur la résolution de problèmes (en mathématiques). Les investigations réalisées avec l'aide du professeur, l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques.

Dans le domaine des sciences expérimentales, chaque fois qu'elles sont possibles, matériellement et déontologiquement, l'observation, l'expérimentation ou l'action directe par les élèves sur le réel doivent être privilégiées.

Une séance d'investigation doit être conclue par des activités de synthèse et de structuration organisées par l'enseignant, à partir des travaux effectués par la classe. Celles-ci portent non seulement sur les quelques notions, définitions, résultats et outils de base mis en évidence, que les élèves doivent connaître et peuvent désormais utiliser, mais elles sont aussi l'occasion de dégager et d'expliciter les méthodes que nécessite leur mise en oeuvre.

2. Canevas d'une séquence d'investigation

Ce canevas n'a pas la prétention de définir « la » méthode d'enseignement, ni celle de figer de façon exhaustive un déroulement imposé. Une séquence est constituée en général de plusieurs séances relatives à un même sujet d'étude.

Par commodité de présentation, sept moments essentiels ont été identifiés. L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter de manière

linéaire. En fonction des sujets, un aller et retour entre ces moments est tout à fait souhaitable, et le temps consacré à chacun doit être adapté au projet pédagogique de l'enseignant.

Les modes de gestion des regroupements d'élèves, du binôme au groupe-classe selon les activités et les objectifs visés, favorisent l'expression sous toutes ses formes et permettent un accès progressif à l'autonomie.

La spécificité de chaque discipline conduit à penser différemment, dans une démarche d'investigation, le rôle de l'expérience et le choix du problème à résoudre. Le canevas proposé doit donc être aménagé pour chaque discipline (voir partie introductive de chacune d'entre elles).

• Le choix d'une situation - problème par le professeur :

- analyser les savoirs visés et déterminer les objectifs à atteindre ;
- repérer les acquis initiaux des élèves ;
- identifier les conceptions ou les représentations des élèves, ainsi que les difficultés persistantes (analyse d'obstacles cognitifs et d'erreurs) ;
- élaborer un scénario d'enseignement en fonction de l'analyse de ces différents éléments.

• L'appropriation du problème par les élèves :

- travail guidé par l'enseignant qui, éventuellement, aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous ;
- émergence d'éléments de solution proposés par les élèves qui permettent de travailler sur leurs conceptions initiales, notamment par confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème à résoudre. Le guidage par le professeur ne doit pas amener à occulter ces conceptions initiales mais au contraire à faire naître le questionnement.

• La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles :

- formulation orale ou écrite de conjectures ou d'hypothèses par les élèves (ou les groupes) ;
- élaboration éventuelle d'expériences, destinées à tester ces hypothèses ou conjectures ;
- communication à la classe des conjectures ou des hypothèses et des éventuels protocoles expérimentaux proposés.

• L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves :

- moments de débat interne au groupe d'élèves ;
- contrôle de l'isolement des paramètres et de leur variation, description et réalisation de l'expérience (schémas, description écrite) dans le cas des sciences expérimentales, réalisation en technologie ;
- description et exploitation des méthodes et des résultats ; recherche d'éléments de justification et de preuve, confrontation avec les conjectures et les hypothèses formulées précédemment.

• L'échange argumenté autour des propositions élaborées :

- communication au sein de la classe des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent ;
- confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments ; en mathématiques, cet échange peut se terminer par le constat qu'il existe plusieurs voies pour parvenir au résultat attendu et par l'élaboration collective de preuves.

• L'acquisition et la structuration des connaissances :

- mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de savoir (notion, technique, méthode) utilisés au cours de la résolution,
- confrontation avec le savoir établi (comme autre forme de recours à la recherche documentaire, recours au manuel), en respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves, donc inspirés des productions auxquelles les groupes sont parvenus ;
- recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires,
- reformulation écrite par les élèves, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.

• L'opérationnalisation des connaissances :

- exercices permettant d'automatiser certaines procédures, de maîtriser les formes d'expression liées aux connaissances travaillées : formes langagières ou symboliques, représentations graphiques… (entraînement), liens ;
- nouveaux problèmes permettant la mise en œuvre des connaissances acquises dans de nouveaux contextes (réinvestissement) ;
- évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques.

Place des TICE dans l'enseignement

Un enseignement moderne ne peut ignorer l'importance des techniques informatiques, et en particulier leur diversité, leur spécificité et leurs champs d'application.

Les disciplines expérimentales et les mathématiques participent au même titre que d'autres - en particulier la technologie - à la validation des compétences du B2i.

Selon les classes, si les prérequis de certains élèves sont insuffisants, les activités qu'il convient de leur proposer tiennent compte de la nécessité de compléter leurs compétences dans les usages des technologies de l'information et de la communication.

Il est possible de montrer à l'élève (en dehors de la validation au B2i) que l'utilisation de l'informatique recouvre une très grande diversité de domaines qui dépasse le cadre du traitement de texte, du tableur-grapheur et de l'Internet. C'est le cas de l'utilisation de logiciels spécifiques ; c'est également le cas de l'expérimentation assistée par ordinateur ou de la simulation d'expériences, lesquelles ne doivent cependant pas prendre le pas sur l'expérimentation directe lorsque celle-ci est possible.

Il faut avoir présent à l'esprit que pour un certain nombre d'élèves, la scolarité au collège est le seul moment où ils peuvent appréhender les outils informatiques sous cette forme.

Les sciences expérimentales, les mathématiques et la technologie participent, avec les outils qui leur sont propres à la culture numérique des collégiens : construction des savoirs et savoir-faire, connaissance du fonctionnement des matériels et des logiciels, accès aux processus de traitement de l'information, et utilisation de l'informatique dans un esprit citoyen, respectueux des droits de chacun et de la propriété intellectuelle.

Utilisation d'outils de travail en langue étrangère

Dans toutes les disciplines scientifiques, il est souhaitable de mettre à la disposition des élèves des outils (textes, modes d'emploi, images légendées, cartes, sites…) rédigés dans la ou les langues étudiées par la classe dans la mesure où ces outils de travail font appel à un vocabulaire et à des structures linguistiques adaptées au niveau des élèves.

L'utilisation d'un tel outil en dehors du cours de langue met à profit les compétences en langue vivante et les développe en augmentant la durée pendant laquelle la langue étrangère est partie prenante de l'activité intellectuelle de l'élève.

Une telle procédure motive les élèves pour les enseignements linguistiques en illustrant leur intérêt pratique. La présence de la langue dans d'autres enseignements ouvre l'horizon culturel.

Cette utilisation d'outils ne requiert pas la maîtrise de la langue concernée par les enseignants des autres disciplines. Il ne leur est aucunement demandé de prendre en charge une partie de l'enseignement de langue vivante.

En début d'année, le professeur de langue vivante et les professeurs de disciplines scientifiques sélectionnent les outils qui leur paraissent pertinents, tant au plan disciplinaire que linguistique.

Les élèves acquièrent en cours de langue le vocabulaire et les structures nécessaires pour avoir de chaque outil une compréhension suffisante à la poursuite des activités avec un professeur d'autre discipline, sans assistance linguistique de ce dernier.

Après utilisation de l'outil dans une discipline qui poursuit ses objectifs propres, le professeur de langue vivante peut demander à la classe diverses formes de comptes rendus, oraux ou écrits, de l'activité réalisée et utiliser celle-ci à nouveau en fonction de ses objectifs d'apprentissage linguistique.

Terminologie scientifique

La plus grande importance doit être apportée à l'utilisation précise de termes scientifiques ayant une signification différente selon les disciplines. Le document d'accompagnement présente un repérage des principales polysémies du vocabulaire scientifique rencontrées au collège. Il vise à permettre aux professeurs d'assister les élèves confrontés aux différents usages et sens des mots.

L'évaluation comme repère des apprentissages

Vérifier les acquis fait partie intégrante de l'action pédagogique.

L'évaluation est un outil indispensable au professeur dans la conduite de son enseignement, à différents moments de son apprentissage.

En début, comme en cours d'apprentissage, le repérage des acquis, des difficultés et des obstacles permet d'adapter les supports et les modalités de l'enseignement.

Le bilan terminal permet de mesurer la maîtrise qu'a chaque élève des savoirs et des savoir-faire visés et, si nécessaire, d'envisager des activités de remédiation.

Le travail personnel des élèves

Le travail personnel demandé aux élèves, qui peut être différencié en fonction de leur profil et de leurs besoins, contribue à la structuration et à la mémorisation des connaissances. Son importance est telle dans le processus de maîtrise des connaissances et des savoir-faire qu'il convient de diversifier les pratiques pédagogiques et de développer le travail en équipes pédagogiques afin d'assurer une véritable aide au travail personnel des élèves, pendant les cours et hors la classe (au collège ou à la maison).

Thèmes de convergence

Présentation générale

Le contenu des thèmes de convergence, dont la liste et les fiches descriptives figurent ci-après, est établi conformément au programme de chacune des disciplines concernées dans lesquels leurs contributions sont également mentionnées ; ils n'introduisent pas de nouvelles compétences exigibles. Ils sont obligatoires, mais ne font pas l'objet d'un enseignement spécifique et ne nécessitent pas un horaire supplémentaire.

Objectifs généraux

À l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. L'élaboration de cette représentation passe par l'étude de sujets essentiels pour les individus et la société. L'édification de ces objets de savoir commun doit permettre aux élèves de percevoir les convergences entre les disciplines et d'analyser, selon une vue d'ensemble, des réalités du monde contemporain.

Thèmes choisis

Un nombre limité de thèmes ont été choisis dans cet esprit, sans ambition d'exhaustivité, en tentant d'associer des thèmes relevant de la culture scientifique à proprement parler et des thèmes ayant une portée d'application directe, mais reposant sur des bases scientifiques. Six thèmes ont été retenus :

- Énergie
- Environnement et développement durable
- Météorologie et climatologie
- Mode de pensée statistique dans le regard scientifique sur le monde
- Santé
- Sécurité

Convergences entre les disciplines

Pour chaque enseignement disciplinaire, il s'agit de contribuer, de façon coordonnée, à l'appropriation par les élèves de savoirs relatifs à ces différents thèmes, éléments d'une culture partagée. Cette démarche doit en particulier donner plus de cohérence à la formation que reçoivent les élèves dans des domaines tels que la santé, la sécurité et l'environnement qui sont essentiels pour le futur citoyen. Elle vise aussi, à travers des thèmes tels que la météorologie ou l'énergie, à faire prendre conscience de ce que la science est plus que la simple juxtaposition de ses disciplines constitutives et donne accès à une compréhension globale d'un monde complexe, notamment au travers des modes de pensée qu'elle met en œuvre.

Dans certains cas, les disciplines traitent d'un thème de convergence donné dans leurs objectifs d'apprentissage ; dans d'autres cas, le thème ne fait qu'offrir un support d'activités dans une entrée pluridisciplinaire. Il est intéressant à cet égard de mettre en œuvre, dans la mesure du possible, des interventions conjointes de deux professeurs devant un même groupe d'élèves.

Si leur esprit pluridisciplinaire est déterminant, les thèmes choisis font appel séparément à chaque discipline à des degrés différents. Leur ambition est avant tout d'apporter un éclairage nouveau sur des sujets de grande importance en terme de culture générale ou d'enjeux de société. Ils ne doivent pas être considérés pour autant comme un ensemble minimal de connaissances à acquérir.

La légitimité de ces thèmes s'appuie sur une pluridisciplinarité qui n'exclut a priori aucune discipline. Leurs contenus s'inscrivent dans les programmes des disciplines scientifiques mais concernent également, selon les thèmes, l'éducation physique et sportive, l'histoire et la géographie, l'éducation civique, la technologie.

Évaluation

Les thèmes de convergence se prêtent particulièrement bien à une évaluation soit dans la discipline soit dans le cadre d'une pluridisciplinarité concertée.

Fiches descriptives

Les fiches descriptives ci-après précisent les enjeux de société auxquels se réfèrent les thèmes retenus, présentent les objectifs correspondants au niveau du collège et mettent en valeur les implications des différentes disciplines associées à chaque thème.

Sans engendrer ni alourdissement de la tâche des professeurs ni émergence de disciplines nouvelles, ce sont les enseignements disciplinaires eux-mêmes qui alimentent la substance de ces thèmes. Le professeur doit s'en imprégner et les intégrer dans son enseignement en y associant des ouvertures vers les autres disciplines.

Le document d'accompagnement aidera les professeurs à mettre en œuvre ces thèmes. Il proposera des exemples et apportera notamment les informations permettant d'aborder dans les meilleures conditions la coordination entre les différentes disciplines.

Thème 1 : Énergie

Le terme *énergie* appartient désormais à la vie courante.

Quelles ressources énergétiques pour demain ? Quelle place aux énergies fossiles, à l'énergie nucléaire, aux énergies renouvelables ? Comment transporter l'énergie ? Comment la convertir ? Il s'agit de grands enjeux de société qui impliquent une nécessaire formation du citoyen pour participer à une réflexion légitime. Une approche planétaire s'impose désormais en intégrant le devenir de la Terre (lien avec le thème *environnement et développement durable*). Il convient de donner l'accès aux connaissances dans ce domaine pour permettre une argumentation éclairée en vue d'une démarche citoyenne quand des choix devront être formulés.

Objectifs

En prolongement de l'école, le collège prépare la compréhension du concept d'énergie en en construisant progressivement une image cohérente, notamment par l'emploi d'un langage adapté dans des domaines divers.

À l'école primaire, la rubrique « connaissances » de la fiche[1] n°13 *énergie* indique que « L'utilisation d'une source d'énergie est nécessaire pour chauffer, éclairer, mettre en mouvement. En particulier, le fonctionnement permanent d'un objet technique requiert une alimentation en énergie (pile, secteur, activité musculaire, combustible). Il existe différentes sources d'énergie utilisables (le pétrole, le charbon, l'uranium, le Soleil, la biomasse, le vent…). À l'échelle d'une génération humaine, certaines sources se renouvellent (énergies solaire, éolienne, hydroélectrique, marémotrice, issue de la biomasse). Tel n'est pas le cas pour les autres (énergies fossiles, nucléaires…) ».

1. « Fiches connaissances » associées aux programmes 2002 de l'école primaire.

Au collège, il est possible de proposer une approche qualitative du concept d'énergie : l'énergie possédée par un système[2] est une grandeur qui caractérise son aptitude à produire des actions.

Les concepts de source d'énergie et de conversion de l'énergie sont indispensables aussi bien à la compréhension du fonctionnement des organismes vivants qu'à l'analyse des objets techniques ou des structures économiques. Ils sont également la base d'une approche rationnelle des problèmes relatifs à la sécurité, à l'environnement et au progrès socio-économique, dans la perspective d'un développement durable.

Contenus

Les disciplines scientifiques et technologiques ne sont pas seules à être concernées par ce thème. Celui-ci doit être replacé en particulier dans sa dimension historique et dans sa dimension spatiale. L'énergie est également un facteur déterminant de la motricité humaine dans ses composantes mécaniques et physiologiques, particulièrement sollicitées dans les activités physiques, sportives et artistiques.

La physique-chimie complète l'approche de l'école primaire en mettant à disposition l'unité d'énergie, ainsi que la relation entre l'énergie et la puissance. Elle conduit à une première classification des différentes formes d'énergie (énergies cinétique, électrique, chimique…), et permet une première approche de l'étude de certaines conversions d'énergie. La grande importance de l'électricité dans la vie quotidienne et dans le monde industriel justifie l'accent mis sur l'énergie électrique, notamment sur sa production.

La physique-chimie sensibilise également aux problèmes liés à la sécurité (combustion d'espèces chimiques, sécurité routière…) en lien avec le thème *sécurité*. Elle clarifie les notions de consommation d'énergie et de puissance électrique en termes de facture d'électricité.

La technologie intervient en terme d'évolution et de mise en œuvre des techniques. De l'analyse du fonctionnement des systèmes à la réalisation d'objets pluritechnologiques au collège et à celle d'ouvrages d'art dans le monde, le choix de l'énergie mise en jeu est primordial. Ses progrès, en liaison avec la recherche, permettent d'optimiser la gestion des réserves identifiées en exploitant mieux les gisements et en permettant l'émergence de nouvelles techniques. Les thèmes retenus, en particulier les transports (liés à l'utilisation de l'énergie), l'architecture et l'habitat (dont la domotique et la réglementation thermique) et l'environnement et l'énergie (en liaison avec l'effet de serre et les énergies renouvelables) permettent des liens féconds avec le sujet.

Les mathématiques enrichissent ce thème notamment par l'écriture et la comparaison des ordres de grandeur, l'utilisation des puissances de 10 et de la notation scientifique, la réalisation et l'exploitation graphique (diagrammes en bâtons) de données ainsi que la comparaison de séries statistiques concernant par exemple les réserves, les consommations, la prospective pour les niveaux locaux, nationaux, planétaire. L'utilisation de l'outil informatique (tableur-grapheur) est souhaitable.

Les sciences de la vie et de la Terre permettent aux élèves de constater que les végétaux chlorophylliens n'ont besoin pour se nourrir que de matière minérale à condition de recevoir de l'énergie lumineuse, alors que pour l'organisme humain, ce sont les nutriments en présence de dioxygène qui libèrent de l'énergie utilisable, entre autre, pour le fonctionnement des organes. Ceci est l'occasion d'une sensibilisation à la nécessité d'une alimentation équilibrée. Les séismes sont mis en relation avec une libération d'énergie ; des forces s'exerçant en permanence sur les roches conduisent à une accumulation d'énergie qui finit par provoquer leur rupture soudaine, à l'origine d'une faille ou de sa réactivation.

---

2. Le mot est pris ici dans le sens d'ensemble matériel identifié : objet ou ensemble d'objets, aussi bien inertes que vivants, naturels ou construits par l'homme.

L'éducation physique et sportive utilise le concept d'énergie dans toutes les activités physiques de l'élève, quelle que soit la discipline sportive abordée. Elle analyse notamment les effets de la motricité et de l'effort physique sur le corps, elle amène les élèves à apprécier et à réguler leurs possibilités et leurs ressources au regard des actions à entreprendre, avec le souci de l'entretien et du développement des qualités physiques.

La géographie permet l'identification, la localisation et l'importance de quelques grandes ressources ou aménagements énergétiques significatifs en confrontation avec la consommation à l'échelle de la planète ou à celle des Etats-Unis, du Japon et de l'Union européenne.

L'histoire, notamment par l'étude de la révolution industrielle, ouvre sur la perspective du progrès technique lié aux découvertes scientifiques.

Les pistes précédentes permettent de décrire correctement au niveau du collège le sujet capital, tant dans sa dimension sociale actuelle que dans sa dimension historique, de la conversion de l'énergie (modification de sa nature) et de son transfert (énergie cédée par un système à un autre).

On notera que la chaleur (ou transfert thermique) n'est pas à proprement parler une forme d'énergie mais un mode de transfert de l'énergie. L'énergie lumineuse est également un mode de transfert de l'énergie (entre le soleil ou toute source lumineuse et un objet éclairé).

Le principe général de conservation de l'énergie dépasse les ambitions du collège mais il est important de préparer l'élève à sa mise en place.

L'emploi d'un vocabulaire correct (l'énergie est convertie, transférée mais n'est pas créée et ne disparaît pas), permet dans toutes les disciplines une description cohérente des énergies et de leur mobilisation par l'homme.

Thème 2 : Environnement et développement durable

Depuis son origine, l'espèce humaine manifeste une aptitude inégalée à modifier un environnement compatible, jusqu'à ce jour, avec ses conditions de vie.

La surexploitation des ressources naturelles liée à la croissance économique et démographique a conduit la société civile à prendre conscience de l'urgence d'une solidarité planétaire pour faire face aux grands bouleversements des équilibres naturels. Cette solidarité est indissociable d'un développement durable, c'est-à-dire d'un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs (rapport Brundtland, ONU 1987).

Objectifs

En fin de collège, l'élève doit avoir une vue d'ensemble d'un monde avec lequel l'Homme est en interaction, monde qu'il a profondément transformé. Sans que lui soient dissimulés les problèmes qui restent posés par cette transformation, il doit avoir pris conscience de tout ce que son mode de vie doit aux progrès des sciences et des techniques et de la nécessité de celles-ci pour faire face aux défis du XXIème siècle (vieillissement et augmentation des populations humaines ; développement solidaire).

Il s'agit simplement, après les prémisses introduites à l'école élémentaire, de croiser les apports disciplinaires afin de parvenir à une compréhension rationnelle tant de préconisations simples (tri des déchets, économie de l'eau…) que des argumentaires de débat public.

Le professeur doit s'abstenir de tout militantisme ; il présente les éléments scientifiques constitutifs du sujet et en indique les limites d'incertitude, sans prendre parti dans le débat lui-même. C'est ainsi qu'il contribue au mieux à la formation de futurs citoyens capables d'opérer des choix responsables.

Une analyse tant soit peu approfondie des problèmes d'environnement demande à être faite dans une approche systémique : identifier les systèmes en relation et la

nature de ces inter-connexions ; mais cette étude ne peut être abordée que de manière très élémentaire au niveau du collège.

L'essentiel est de faire comprendre que l'analyse d'une réalité complexe demande de croiser systématiquement les regards, ceux des différentes disciplines mais aussi ceux des partenaires impliqués sur le terrain dans la gestion de l'environnement pour un développement durable. Même s'il est exclu de s'imposer cette méthode de façon exhaustive, la convergence des apports disciplinaires et partenariaux prend ici toute sa dimension.

Contenus

Les connaissances acquises au collège dans les disciplines scientifiques ainsi que les connaissances pratiques apportées par l'éducation physique et sportive constituent la base d'une compréhension raisonnée des responsabilités individuelles et sociales vis-à-vis de l'environnement. Les relations de l'Homme avec son environnement ne se limitent pas à la préservation de celui-ci. Les disciplines scientifiques apportent les bases nécessaires à la compréhension des questions posées par la gestion de la planète et de ses ressources, tant en termes de matière que d'énergie et d'espèces vivantes.

La physique et la chimie mettent à disposition la connaissance des grandeurs qui permettent de décrire l'environnement, leurs unités et leur mesure. L'idée de conservation de la matière permet de comprendre qu'une substance rejetée peut être diluée, transformée ou conservée. Les transformations chimiques issues des activités humaines peuvent être la source d'une pollution de l'environnement mais il est également possible de mettre à profit la chimie pour recycler les matériaux et plus généralement pour restaurer l'environnement.

Les sciences de la vie apportent la connaissance des êtres vivants et de leur diversité. L'observation des milieux montre comment ces êtres vivants sont associés, et analyse les liens entre peuplements et caractéristiques physico-chimiques. L'analyse d'observations de terrain concernant la répartition des êtres vivants dans un milieu, sensibilise aux conséquences de la modification de facteurs physico-chimiques par l'activité humaine.

Les sciences de la Terre contribuent à la compréhension de la nature et à la connaissance de la localisation des ressources, de leur caractère renouvelable ou non. Elles permettent la construction d'explications aux échelles d'espace et de temps qui leur sont propres : roche, paysage, planète.

Les mathématiques fournissent les outils de traitement et de représentation qui permettent l'analyse de phénomènes complexes. De plus, la prise en compte d'un vaste domaine d'espace et de temps implique la manipulation des ordres de grandeur (en considérant date, durée, vitesse, fréquence, mais aussi masses, surfaces, volumes, dilutions…). L'ensemble des outils mathématiques et statistiques ainsi mobilisés permet de construire une démarche responsable allant de l'analytique au prévisionnel.

La géographie et l'éducation civique apportent une connaissance et une réflexion sur l'organisation et l'évolution de l'environnement considéré comme l'espace aménagé par les sociétés humaines.

Les formes d'environnement diffèrent selon la présence plus ou moins forte des hommes et le rôle des sociétés dans l'organisation des territoires. La géographie aborde les aspects physiques des milieux de vie des sociétés humaines par l'étude de la distribution et des principaux caractères des grands domaines climatiques, biogéographiques ainsi que par l'identification et la localisation des grands reliefs.

L'éducation civique invite à une réflexion sur la responsabilité des individus et des sociétés vis-à-vis du cadre de vie et plus largement sur l'environnement. En particulier, les élèves sont placés en situation d'acteurs d'une gestion harmonieuse de leur cadre de vie.

Ces démarches citoyennes développées tant en géographie qu'en éducation civique visent à constituer une connaissance éclairée de l'environnement. Elles ont pour

but l'éveil d'une conscience sur le rôle, les possibilités et la responsabilité des sociétés sur l'organisation et l'évolution de leur environnement. Elles se placent résolument dans une perspective de développement durable, soucieuse, de l'échelle locale à l'échelle de la planète, du legs environnemental aux générations futures.

La technologie, par son regard, est indispensable à la compréhension des problèmes d'environnement d'une planète transformée en permanence par les activités de l'homme. Les programmes de technologie, de par les thèmes abordés (les transports, l'environnement et l'énergie, l'architecture et l'habitat, le choix des matériaux et leur recyclage), sensibilisent les élèves aux grands problèmes de l'environnement et du développent durable.

L'éducation physique et sportive contribue à la connaissance concrète de l'environnement. La pratique des activités physiques de pleine nature, ou en milieu urbain aménagé, par exemple l'escalade, le vélo tout terrain, la course d'orientation, la voile, le ski, le canoë-kayak … oblige les élèves à tenir compte des caractéristiques du milieu pour se déplacer le plus efficacement possible. Les savoirs théoriques et pratiques qui en résultent, développent non seulement les connaissances utiles à la compréhension de notre environnement, mais aussi les attitudes et comportements qui en favorisent le respect et la préservation.

Les atteintes à l'environnement comme les menaces que l'environnement fait peser sur les personnes et les biens requièrent la responsabilité de chacun, de l'État et des collectivités territoriales. La prévention des risques environnementaux, « naturels » ou technologiques fait l'objet d'une étude particulière dans le cadre d'une réflexion sur la sécurité.

Thème 3 : Météorologie et climatologie

Pour diverses raisons (agriculture, pêche, travaux divers, déplacements, loisirs …), le temps qu'il fera a toujours été l'objet des préoccupations humaines. Cependant ce besoin de connaître les évolutions du temps à moyen et court terme n'a jamais été aussi fort que ces dernières années dans un monde en pleine évolution commerciale, technologique et environnementale.

Le futur citoyen doit donc être particulièrement sensibilisé à la météorologie et à la climatologie qui ne cesseront de rythmer ses activités et son cadre de vie.

La météorologie a pour finalité fondamentale la prévision du temps, dans le cadre d'une incessante variabilité du climat.

Moins connue du grand public, mais tout aussi importante, **la climatologie** (ou science des climats) s'intéresse aux phénomènes climatiques sur des périodes de l'ordre de 30 ans et permet de bâtir des hypothèses et des perspectives à long terme sur le devenir de la planète.

Objectifs

Dès l'école primaire, tant au cycle 2 qu'au cycle 3, l'élève a été familiarisé avec la matière. Il a appris à se servir d'un thermomètre, à mesurer des contenances de liquides. Il s'est intéressé à l'air et aux états de l'eau.

Au collège, la météorologie permet de prolonger et d'approfondir ces activités en mettant en œuvre des mesures, réalisées pour la plupart directement par les élèves, mesures concernant la pluviométrie, l'hygrométrie, la température, la vitesse et la direction des vents, la pression, l'enneigement, et de les exploiter sous de multiples formes.

L'étude de statistiques liées aux prévisions météorologiques permet de développer l'esprit d'analyse et favorise l'utilisation de l'outil informatique. De même, la recherche d'informations météorologiques sur Internet participe à l'appréhension de l'espace numérique dans le cadre du B2i et à la maîtrise de langues étrangères le cas échéant (sites non francophones). L'institution de partenariat avec des établissements étrangers ne peut qu'être recommandé dans cette perspective.

Par ailleurs, météorologie et climatologie permettent d'apporter quelques réponses aux interrogations nombreuses des élèves sur les événements climatiques exceptionnels qui les interpellent.

Contenus

De par la diversité des relevés qu'elle génère, les tracés de graphes, les exploitations de données statistiques[3], météorologie et climatologie mettent en synergie nombre de disciplines : mathématiques, physique et chimie, technologie, sciences économiques et sociales, géographie... Leur importance dans la gestion de l'environnement, des cultures, des épidémies ou des pandémies[4] (grippe, SRAS) permet aux sciences de la vie et de la Terre et à la géographie d'y trouver matière à exploitation.

La physique et la chimie permettent à l'élève de collège d'expérimenter et de comprendre les phénomènes liés à la météorologie : les changements d'état et le cycle de l'eau, la constitution des nuages, les précipitations, les relevés de température, les mesures de pression, le vent…
Par ailleurs, la météorologie joue un rôle important dans la sécurité routière[5] puisqu'elle permet d'informer les usagers des risques de brouillard, de tempête, de chute de neige, de probabilité de verglas et éventuellement de prendre des dispositions préventives (salage des routes, interdiction aux camions et aux transports scolaires de circuler). La météorologie joue également un rôle essentiel dans la sécurité de la navigation aérienne et maritime.

Un nouvel usage de la météorologie et de la climatologie a fait son apparition depuis quelques années, lorsque les hommes ont pris conscience de l'importance de la qualité de l'air. Des conditions météorologiques particulières (conditions anticycloniques, inversion de température, absence de vent) empêchent la dispersion des polluants alors que la dynamique des vents amène la dispersion sur toute la planète de composés divers, tels que les radioéléments.

La technologie étudie l'évolution des techniques et notamment des instruments de mesure liés à la météorologie (pluviomètre, thermomètre, baromètre, pressiomètre). Cette étude peut aboutir à la construction de certains d'entre eux.

Les mathématiques trouvent dans la météorologie des possibilités d'application tout à fait intéressantes. A partir de relevés de mesures, l'élève s'investit dans la construction de graphiques, l'utilisation des nombres relatifs, le calcul de moyennes... Le recours à l'informatique est bien sûr possible voire recommandé pour réaliser ce type d'activités.

Les sciences de la vie et de la Terre s'intéressent à l'influence du climat sur les modifications du milieu, donc sur la variation éventuelle du peuplement animal et végétal. Par ailleurs, les conditions climatiques en tant que facteurs environnementaux peuvent intervenir sur l'expression du programme génétique de l'individu, comme par exemple l'influence du Soleil sur la couleur de la peau.

La biodiversité dépend dans une large mesure de la diversité des climats, dont les modifications peuvent ainsi avoir des conséquences significatives sur la faune et la flore. Les évolutions récentes des climats - attribuées notamment à l'effet de serre - sont indispensables pour anticiper des phénomènes ayant un impact direct sur le monde animal et végétal.

La géographie apporte sa contribution concernant la localisation des zones thermiques et pluviométriques, les liens avec les grands types de paysages ainsi que les relations des sociétés au climat. Être capable de prévoir de fortes pluies ou le passage d'un cyclone permet d'alerter les populations concernées afin de limiter les dégâts matériels et surtout d'éviter les pertes humaines.

---

3. Voir le thème de convergence *L'importance du mode de pensée statistique dans le regard scientifique sur le monde*
4. Voir le thème de convergence *Santé.*
5. Voir le thème de convergence S*écurité.*

L'éducation physique et sportive est dépendante du temps prévu pour nombre de ses activités. Il est primordial de faire prendre conscience aux collégiens qu'on ne se lance pas dans une activité sportive ou de loisir au mépris des conditions météorologiques : promenade en forêt, sortie en mer, randonnée en montagne… La météorologie a ainsi des retombées directes sur les choix tactiques, stratégiques mis en œuvre par les élèves pratiquants, en particulier dans les activités de pleine nature.

La météorologie n'a cessé de progresser depuis ses réels débuts vers le milieu du XIXe siècle jusqu'à nos jours : amélioration des techniques de mesures, des transmissions et des traitement de l'information. Depuis les années 1970 l'utilisation de satellites météorologiques et l'usage d'ordinateurs de plus en plus performants capables de gérer très rapidement d'énormes quantités de données ont permis des avancées considérables.

De son côté, la climatologie permet de prendre des décisions d'équipements : choix par exemple de l'emplacement d'un relais de télévision, d'un barrage ou d'un aérodrome, détermination du diamètre d'un égout ou de la hauteur d'une cheminée destinée à évacuer des gaz polluants, choix de nouvelles cultures…

Thème 4 : Importance du mode de pensée statistique dans le regard scientifique sur le monde

L'aléatoire est présent dans de très nombreux domaines de la vie courante, privée et publique : analyse médicale qui confronte les résultats à des valeurs normales, bulletin météorologique qui mentionne des écarts par rapport aux normales saisonnières et dont les prévisions sont accompagnées d'un indice de confiance, contrôle de qualité d'un produit, sondage d'opinion…

Or le domaine de l'aléatoire et les démarches d'observations sont intimement liés à la pensée statistique. Il s'avère donc nécessaire, dès le collège, de former les élèves à la pensée statistique dans le regard scientifique qu'ils portent sur le monde, et de doter les élèves d'un langage et de concepts communs pour traiter l'information apportée dans chaque discipline[6]

Objectifs

La statistique est une science qui a pour but essentiel de construire, à partir de données recueillies, des modèles pour expliquer ou prévoir. On peut distinguer simplement deux composantes qui, dans la pratique, interagissent :

- la statistique exploratoire qui consiste à observer, recueillir, analyser et résumer les données de l'observation ;
- la statistique inférentielle qui utilise des modèles probabilistes pour expliquer et prévoir.

Au collège, la statistique exploratoire est la seule concernée et l'aspect descriptif constitue l'essentiel de l'apprentissage. Trois types d'outils peuvent être distingués :

- les outils de synthèse des observations : tableaux, effectifs, regroupement en classe, pourcentages, fréquence (pour la comparaison de populations d'effectifs différents), effectifs cumulés, fréquences cumulées,
- les outils de représentation : diagrammes à barres, diagrammes circulaires ou semi-circulaires, histogrammes, graphiques divers,
- les outils de caractérisation numériques d'une série statistique : caractéristiques de position (moyenne, médiane, quartiles), caractéristiques de dispersion (étendue).

6. Cette analyse est confortée par l'Académie des Sciences qui dans un rapport de Juillet 2000 note qu' ''En France, à la différence d'autres pays européens, les citoyens n'ont pas une formation suffisante à la prise en compte du mode de pensée statistique''.

Contenus

Dans le cadre de l'enseignement des mathématiques, les élèves s'initient aux rudiments de la statistique descriptive : concepts de position et de dispersion, outils de calcul (moyennes, pourcentages…) et de représentation (histogrammes, diagrammes, graphiques) et apprennent le vocabulaire afférent. Ainsi sont mis en place les premiers éléments qui vont permettre aux élèves de réfléchir et de s'exprimer à propos de situations incertaines ou de phénomènes variables, d'intégrer le langage graphique et les données quantitatives au langage usuel et d'apprendre à regarder des données à une plus grande échelle ; c'est ce regard qui permettra, plus tard, la découverte de régularités et la prévisibilité. L'utilisation de tableurs grapheurs dès la classe de 5ème donne la possibilité de traiter de situations réelles, présentant un grand nombre de données et étudiées, chaque fois que c'est possible, en liaison avec l'enseignement des autres disciplines dont les apports au mode de pensée statistique sont multiples et complémentaires.

Deux modes d'utilisation des outils de statistique descriptive sont particulièrement mis en valeur :

- ***Le recueil de données en grand nombre lors de la réalisation d'expériences et leur traitement***

Les élèves sont amenés à récolter des données acquises à partir des manipulations ou des productions effectuées par des binômes ou des groupes ; la globalisation de ces données au niveau d'une classe conduit déjà les élèves à dépasser un premier niveau d'information individuelle.

Mais ces données recueillies à l'échelle de la classe ne suffisent pas pour passer au stade de la généralisation et il est nécessaire de confronter ces résultats à d'autres réalisés en plus grand nombre, pour valider l'hypothèse qui sous-tend l'observation ou l'expérience réalisée.

Tout particulièrement dans le domaine de la biologie, de nombreux objets d'étude favorisent cette forme de mise en œuvre d'un mode de pensée statistique : la répartition des êtres vivants et les caractéristiques du milieu, la durée moyenne des règles et la période moyenne de l'ovulation, les anomalies chromosomiques … Les résultats statistiques permettent d'élaborer des hypothèses sur une relation entre deux faits d'observation et d'en tirer une conclusion pour pouvoir effectuer une prévision sur des risques encourus, par exemple en ce qui concerne la santé. Les résultats statistiques sont également utilisés pour indiquer la valeur de référence « standard » d'un paramètre physiologique : c'est la valeur la plus souvent rencontrée chez les individus en bonne santé. Autour de cette valeur repère, il existe des valeurs acceptables, légèrement inférieures ou supérieures, qui expriment des variations individuelles ; des intervalles de dispersion de référence sont souvent donnés.

L'histoire et la géographie utilisent également les séries, les tableaux statistiques et les représentations graphiques et contribuent ainsi au développement d'un mode de pensée statistique. Une synergie intéressante peut être trouvée avec les autres disciplines scientifiques, notamment les mathématiques, autour de la cartographie statistique : l'élaboration de croquis simples, à partir de données statistiques, montre aux élèves l'intérêt d'un usage conjoint de deux disciplines pour exprimer visuellement des phénomènes humains dans leur dimension spatiale.

En éducation physique et sportive, le recueil de données par les élèves peut avoir lieu au cours de certaines activités (prise de pouls, vitesse moyenne....), et contribuer ainsi à l'élaboration et la vérification d'hypothèses, à la comparaison à des données statistiques.

- ***Le problème de la variabilité de la mesure***

De nombreuses activités dans les disciplines expérimentales (physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre, technologie), basées sur des mesures, doivent intégrer la notion d'*incertitude* dans l'acte de mesurer et développer l'analyse des séries de mesures. Lors de manipulations, les élèves constatent que certaines grandeurs sont définies avec une certaine imprécision, que d'autres peuvent légèrement

varier en fonction de paramètres physiques non maîtrisés. Plusieurs mesures indépendantes d'une même grandeur permettent ainsi la mise en évidence de la *dispersion naturelle des mesures*. Sans pour autant aborder les justifications théoriques réservées au niveau du lycée, il est indispensable de faire constater cette dispersion d'une série de mesures et d'estimer, en règle générale, la grandeur à mesurer par la moyenne de cette série.

Thème 5 : Santé

L'espérance de vie a été spectaculairement allongée au cours du XXe siècle : alors qu'elle était de 25 ans au milieu du XVIIIe siècle, elle est passée à 45 ans en 1900 et 79 ans en 2000 dans les pays développés. Elle continue à croître dans ces pays d'environ deux à trois mois par an.

Les études épidémiologiques montrent que les facteurs de risque relèvent autant des comportements collectifs et individuels que des facteurs génétiques. L'analyse des causes de décès montre le rôle prédominant de plusieurs 5 facteurs : le tabac (à l'origine de 60 000 décès en France en 2004, nombre qui devrait atteindre, si rien n'est fait, 120 000 décès par an en 2020 quand les conséquences de l'accroissement du tabagisme des femmes se feront pleinement sentir), l'alcool (45 000 décès en 2004), les déséquilibres alimentaires et l'obésité (environ 30 à 40 000 décès par an) et les accidents (environ 20 000 décès par an dont 6 000 liés à la circulation en 2004). Ces facteurs de risque sont plus répandus dans les classes socio-économiques défavorisées et sont donc source d'inégalité sociale devant la santé.

L'éducation à la santé est particulièrement importante au collège, à un âge où les élèves sont réceptifs aux enjeux de santé.

Objectifs

La plupart des comportements nocifs s'acquièrent pendant l'enfance (habitudes alimentaires) et l'adolescence (tabac, alcool, imprudence). C'est donc en grande partie pendant la période du collège que les adolescents prennent des habitudes qui pourront pour certains d'entre eux handicaper toute leur existence.

C'est pourquoi au collège, l'éducation à la santé doit constituer pour les parents d'élèves, l'ensemble de l'équipe éducative et le service de santé scolaire une préoccupation et une mission essentielles. Pilotée par le Comité d'Education à la Santé et la Citoyenneté de l'établissement, elle conduit ainsi l'élève, à choisir un comportement individuel et citoyen adapté.

Au collège, l'éducation à la santé doit, d'une part compléter la formation donnée à l'Ecole et d'autre part, se fixer un nombre limité d'objectifs dont l'importance, cependant, nécessite un enseignement approfondi en insistant sur l'aspect positif (être en forme, bien dans son corps, bien dans sa tête) plutôt que sur les aspects négatifs (peur des maladies) tout en présentant des risques liés aux comportements potentiellement nocifs. La santé est en effet définie par l'Organisation Mondiale de la santé comme un état de bien-être physique, mental et social. Elle n'est pas seulement l'absence de maladie ou d'infirmité.

Contenus

L'éducation à la santé, qui n'est pas une discipline en soi, dispose d'ancrages dans les programmes de physique - chimie, technologie et mathématiques. Elle trouve naturellement sa place dans les programmes de sciences de la vie et de la Terre qui donnent aux élèves les bases scientifiques et les moyens de comprendre les mécanismes en cause dans certains problèmes de santé, et finalement de faire des choix de manière éclairée.

L'éducation physique et sportive apporte également sa contribution pratique à l'éducation à la santé. Elle sollicite l'activité corporelle des élèves de façon adaptée à leur stade de développement, en les préservant des effets négatifs de la sédentarité ou du surentraînement. De surcroît, elle participe à la constitution d'une culture de la santé qui engendre des attitudes et des comportements qui se mani-

festeront tout au long de la vie. À travers la pratique d'activités physiques et sportives régulières adaptées aux goûts et aux possibilités de chacun, elle permet d'entretenir les capacités physiologiques de l'organisme, de favoriser le bien-être physique dans le respect de son corps et de contribuer au renforcement de l'image positive de soi.

Six objectifs sont visés par la convergence de ces apports disciplinaires :

Lutte contre le tabagisme.

Il convient de faire appréhender et d'expliquer les dangers du tabac tant pour ce qui concerne les cancers que les maladies cardio-vasculaires et pulmonaires en s'appuyant sur les statistiques. Dans ce contexte, les bases scientifiques de la notion de dépendance doivent être évoquée et des précisions apportées sur la relation entre la quantité de cigarettes consommées et les risques encourus tant par le fumeur (tabagisme actif) que par son entourage (tabagisme passif).

Prévisions des risques liés à la consommation de l'alcool et des drogues.

S'agissant de l'alcool, les aspects quantitatifs doivent être discutés avec précision. Les risques de maladies (notamment neurologiques et hépatiques) et de comportement dangereux (accidents de la route et du travail) doivent être présentés, ainsi que les conséquences familiales et sociales de l'alcoolisme. Enfin, ici aussi, tant pour l'alcool que pour les drogues, la notion de dépendance doit être expliquée, en s'appuyant sur les notions scientifiques. La sous-estimation très importante de la gravité des troubles liés à l'addiction et de ceux entraînés par l'arrêt de la prise de drogue est un des facteurs qui expliquent que les jeunes français soient, parmi ceux de l'Union européenne, ceux qui consomment le plus de substances addictives ; une réflexion sur les pratiques addictives et leurs conséquences au niveau du système nerveux central doit donc être menée, sous forme de débats argumentés par exemple.

Alimentation, besoins et apports nutritionnels : prévention de l'obésité.

Le maintien d'un bon équilibre pondéral crée particulièrement chez les jeunes une sensation de bien-être et de bonne image de soi. Quand le surcroît pondéral conduit à l'obésité, il peut mettre la santé en danger.

L'obésité est le résultat d'un déséquilibre entre ce qui est ingéré et dépensé. Elle augmente la fréquence de plusieurs cancers, des maladies cardiovasculaires et du diabète. Il convient de relier la prise de poids à une alimentation trop riche en énergie et à un manque de dépense physique. L'éducation dans ce domaine passe par la prise de conscience de la nécessité d'agir sur les deux facteurs.

À partir d'une analyse des comportements actuels de trop d'adolescents, qui fera apparaître le manque d'exercices des enfants – ils marchent et courent peu, restent de trop longs moments assis devant la télévision ou la console de jeux, grignotent – on montrera la nécessité de respecter quelques règles simples :

- pratiquer un exercice physique régulier;
- contrôler son alimentation tant du point de vue de ses apports énergétiques que de sa répartition dans le temps.

Le changement de certaines pratiques alimentaires (limitation des apports alimentaires inutiles entre les repas et les collations) et/ou comportementales (part de la sensation de faim, des préjugés sociaux, des habitudes familiales, des repas de restaurations rapides et collectives) est à favoriser sans négliger les facteurs psychologiques, sanitaires et sociaux.

Réduction de comportements à risques liés à l'environnement et aux rythmes de vie.

L'exemple des effets des rayons UV du soleil sur la peau (vieillissement accéléré, et cancers de la peau) illustre comment un agent agréable et bénéfique à petites doses devient nocif à doses excessives.

Le sommeil est essentiel pour l'équilibre psychique et la santé. L'adolescent doit pouvoir prendre conscience de l'importance du respect de son propre rythme biologique pour conserver son capital santé ainsi que du danger des somnifères qui créent une accoutumance et une dépendance.

Lutte contre les infections sexuellement transmissibles.

Les données enseignées en sciences de la vie et de la Terre donneront du sens aux explications sur les modalités de la contamination par les agents infectieux et notamment par le virus du SIDA. Les différentes mesures de prévention, notamment l'utilisation des préservatifs, seront présentées en lien avec les connaissances acquises dans le domaine de l'immunologie.

Régulation des naissances.

Ce sujet traité dans le programme des sciences de la vie et de la Terre, prend tout son sens dans ce thème d'éducation à la santé. Il favorise notamment la réflexion sur les problèmes bioéthiques soulevés par la mise en œuvre des nouvelles méthodes de procréation médicalement assistée.

La complexité des causes et des conséquences des comportements nocifs montre qu'on ne peut pas traiter en une seule fois ces questions. Il faut y revenir à plusieurs reprises en les considérant sous différents angles (biologique, psychologique - confiance en soi et en l'avenir -, comportemental, social) et à différents niveaux en une sorte de spirale ascendante permettant année après année de revenir sur le même thème mais en l'approfondissant. A un énoncé de règles et d'attitudes, il convient de privilégier une approche éducative ; lors de la présentation des risques du point de vue médical, une démarche moralisatrice doit être évitée. Seule l'articulation entre les enseignements et le débat argumenté peut conduire le jeune à choisir un comportement adapté, basé sur le respect de soi et d'autrui, véritable éducation à la responsabilité individuelle. Elle nécessite l'éclairage spécifique de plusieurs disciplines d'une part (**sciences de la vie et de la Terre, éducation physique et sportive, physique-chimie, mathématiques, technologie…**), et d'autre part une démarche inter-catégorielle avec les personnels de santé, sociaux et les partenaires extérieurs agréés.

Thème 6 : Sécurité

L'éducation à la sécurité constitue une nécessité pour l'Etat afin de répondre à des problèmes graves de société : les accidents domestiques, routiers ou résultant de catastrophes naturelles ou technologiques majeures tuent et blessent, chaque année, un grand nombre de personnes en France. Ils n'arrivent pas qu'aux autres, ailleurs ou par hasard. La prise en charge de la prévention et de la protection face à ces risques doit donc être l'affaire de tous et de chacun.

Il entre dans les missions des enseignants d'assurer la sécurité des élèves qui leur sont confiés, mais également d'inclure dans leurs enseignements une réflexion argumentée qui sensibilise les élèves à une gestion rationnelle des problèmes de sécurité.

Objectifs

Les adolescents sont en général peu sensibles à ces problèmes et à l'idée de risque. Trop souvent, ils considèrent implicitement que « les drames n'arrivent qu'aux autres ». Les accidents les plus divers, accidents domestiques, accidents liés aux

déplacements, accidents liés aux loisirs, sont pourtant la principale cause de mortalité dans leur gamme d'âge.

Les enseignements donnés au collège doivent permettre d'identifier les risques grâce aux connaissances acquises dans les disciplines scientifiques (risques électriques, chimiques, biologiques, sportifs…). Ces enseignements doivent enfin apprendre aux collégiens à adopter des comportements qui réduisent les risques, tant ceux auxquels ils sont exposés sans en être responsables que ceux auxquels ils s'exposent et exposent les autres. Il ne s'agit pas seulement d'inviter les élèves à adopter ces comportements au cours de leur présence au collège, partie de leur emploi du temps qui est de loin la moins exposée aux risques, mais de les convaincre, à travers une véritable éducation à la sécurité, de transformer ces comportements responsables en règles de vie.

L'action éducative doit être coordonnée avec celle de la famille ainsi qu'à des actions transversales qui contribuent à développer une réelle culture du risque et s'inscrivent dans une éducation à la responsabilité et à la citoyenneté.

Contenus

L'éducation à la sécurité implique à la fois prévention et protection.

C'est l'association des différents champs disciplinaires qui peut apprendre à l'élève à réduire sa vulnérabilité face aux risques individuels et face aux risques majeurs, qu'ils soient d'origine naturelle (séismes, volcanisme, mouvements de terrain, tempêtes, inondations…) ou d'origine technologique (risques industriels, transports de matières dangereuses…).

Les mathématiques, au travers d'un regard statistique, peuvent conduire les élèves à distinguer l'aléa, défini par sa fréquence et son intensité, du risque qui associe aléa et importance des enjeux humains. Par ailleurs l'information relative à la sécurité routière peut s'appuyer sur les connaissances mathématiques pour mettre en évidence les liens entre vitesse et distance d'arrêt, en tant qu'exemple de non proportionnalité, entre vitesse et risques de mortalité.

La physique, dans le domaine de la sécurité routière, montre la conversion de l'énergie cinétique en d'autres formes au cours d'un choc. Par ailleurs cet enseignement de **physique et de chimie** inclut la sécurité des élèves au quotidien : sécurité électrique, sécurité et chimie, sécurité et éclairage… Les risques naturels en liaison avec la météorologie, les risques technologiques (toxicité des produits utilisés, des déchets produits) sont également abordés.

Les sciences de la vie prennent également en compte la sécurité des élèves lors des exercices pratiques : sécurité électrique, sécurité et produits chimiques, risques liés à la manipulation de certains produits d'origine biologique. Les notions dégagées lors de l'étude des fonctions sensibilisent aux graves conséquences, sur l'organisme humain, du non respect des règles de sécurité et d'hygiène dans le domaine de la santé. Les conduites à risques sont largement décrites en insistant sur les abus de certaines substances : tabac, alcool, médicaments, dopants, prise de drogues et dysfonctionnement du système nerveux. Les conséquences médicales des traumatismes liés aux accidents de la route sont présentées en montrant les risques d'infirmités définitives et la gravité particulière des accidents auxquels s'exposent les conducteurs de véhicule à deux roues. C'est l'occasion aussi de sensibiliser les jeunes aux dons de sang, aux dons d'organes.

Les sciences de la Terre mettent l'accent sur la prévention, par exemple de certains risques naturels en suggérant de limiter l'érosion par une gestion raisonnée des paysages. Une compréhension de l'activité de la Terre permet aux élèves de mieux intégrer les informations sur les risques liés aux séismes et au volcanisme.

La technologie prend très fortement en compte la sécurité des élèves lors de l'utilisation des outils de production. Par ailleurs, elle fait une large place aux conditions de sécurité dans l'étude des transports, dans la réalisation d'appareillages de domotique, dans l'étude de systèmes énergétiques, et dans les réalisations ou études techniques à tous niveaux.

Dans les programmes d'**éducation physique et sportive** le risque objectif d'atteinte à l'intégrité corporelle fait partie de la pratique physique. Les élèves apprennent à développer une conduite préventive pour eux-mêmes, par la prise en compte des règles et consignes qu'imposent la réalisation de certaines activités, mais également par l'acquisition progressive de méthodes de préparation. Ils apprennent de surcroît à développer une conduite préventive en direction des autres, notamment par la maîtrise de techniques de parade ou d'assurance active pour aider un camarade. L'éducation physique et sportive permet par ailleurs d'éduquer les élèves à la prise de risques mesurés dans une pratique concrète d'activités physiques tout en veillant à l'intégrité corporelle.

Les activités de loisir quotidiennes ou régulières des élèves incluent également la pratique des activités physiques et sportives dans un contexte d'autonomie.

En s'appuyant sur les acquis disciplinaires, la mobilisation active de l'élève autour des problèmes de sécurité peut s'exprimer de différentes façons : il peut être associé à la production de documents organisés autour de différentes rubriques : sécurité électrique, chimie et sécurité, sécurité et matériaux, sécurité routière, sécurité et éclairage, environnement et sécurité, sécurité et risques majeurs naturels ou technologiques, sécurité dans le sport et les loisirs, sécurité médicale, sécurité alimentaire et santé publique.

Quel que soit le domaine abordé l'éducation à la sécurité, composante de **l'éducation civique**, doit affermir la volonté du futur citoyen de prendre en charge sa propre sauvegarde et l'inciter à contribuer à celle des autres en respectant les règles établies et les réglementations.

Physique - Chimie 5e

Introduction

Le programme de cinquième est orienté vers l'expérimentation réalisée par les élèves dans le cadre d'une démarche d'investigation chaque fois que possible (cf. *Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques § III Les méthodes*).

La rubrique du programme, intitulée ***A. L'eau dans notre environnement*** propose un ensemble de connaissances essentiellement fondées sur l'observation et l'expérimentation ; elle repousse en classe de quatrième la formalisation relative à la molécule : il apparaît en effet nécessaire que l'élève ait déjà étudié l'air et puisse ainsi disposer d'au moins deux exemples pour asseoir ce concept. La notion de pH a également été repoussée en classe ultérieure car elle n'apporte rien à la connaissance des états de la matière, entrée principale du programme.

La partie ***B. Le circuit électrique*** se fonde elle aussi sur l'observation et la réalisation pratique sans mesures. Le nombre de composants à mettre en œuvre a été limité afin d'éviter des dispersions préjudiciables à la compréhension des phénomènes. L'évocation de la sécurité (court-circuit, électrisation, électrocution) reste naturellement au programme.

La partie ***C. La lumière : sources et propagation rectiligne*** fait un lien le plus rapidement possible avec ce qui a été étudié à l'école primaire. Limitée aux sources de lumière, aux ombres et à la propagation rectiligne elle permet d'illustrer quelques éléments de géométrie plane tout en se prêtant à des manipulations démonstratives. L'approche du système Soleil-Terre-Lune, qui est toujours source d'émerveillement et de curiosité, n'est pas oubliée.

Les parties A, B et C du programme de la classe de cinquième se situent chacune dans le prolongement de rubriques du programme du cycle 3 de l'école élémentaire dont certaines sont facultatives ou demandent un approfondissement. Il convient d'aborder chacune de ces parties par une séance introductive au cours de laquelle, à partir d'un questionnement judicieux des élèves[1], le professeur a le souci de laisser émerger leurs représentations préalables afin de prendre la mesure de leurs acquis, en référence à l'enseignement de l'école primaire dans le domaine considéré. Ceci lui permet d'adapter en conséquence la suite de son enseignement et le cas échéant de gagner du temps en évitant des redites et en veillant à ne pas lasser les élèves par la répétition de considérations élémentaires déjà assimilées. Cette remarque est particulièrement importante en ce qui concerne les débuts de la partie *B. Le circuit électrique*.

Les activités pouvant mettre en jeu les technologies de l'information et de la communication sont repérées par le symbole *. La mention *[B2i]* signale les activités permettant de développer les compétences attendues au niveau 2 du brevet informatique et Internet.

De façon à prendre en compte de façon optimale les acquis de l'enseignement primaire, on peut utiliser avec profit les outils d'évaluation de la ***banque d'outils***

1. La partie B peut, par exemple, être introduite en soumettant à la classe la question « connaissez-vous des situations où l'on voit briller à la fois plusieurs lampes ? » puis, en un second temps, en demandant aux élèves de schématiser puis de réaliser l'alimentation de deux lampes à partir d'une pile.

d'aide à l'évaluation diagnostique et de la ***banque d'outils disciplinaires d'aide à une évaluation de compétences transdisciplinaires au collège*** mises à disposition par la direction de l'évaluation et de la prospective. Les durées conseillées proposées pour chacune des parties doivent être adaptées en fonction des acquis constatés.

Des ouvertures en direction de l'histoire des sciences sont mentionnées pour contribuer à éveiller la curiosité des élèves.

La présentation retenue n'implique pas une progression obligatoire. Toute liberté est laissée à l'enseignant pour organiser ses activités dans l'ordre où il le souhaite. L'essentiel est que le professeur ait une progression cohérente et que tout le programme soit étudié.

Certaines parties du programme peuvent être introduites et développées de façon coordonnée par des professeurs de disciplines différentes en s'appuyant sur les thèmes de convergence qui abordent d'importants sujets de société (cf. Thèmes de convergence).

A. L'eau dans notre environnement. Mélanges et corps purs

Durée conseillée : 15 semaines.

La finalité de cette partie de programme est d'aborder les notions de mélanges et de corps purs. Elle s'appuie sur l'étude de l'eau, essentielle à la vie et omniprésente dans notre environnement. Le traitement des eaux destinées à être potables et l'épuration des eaux usées sont des enjeux majeurs pour l'humanité.

Cette partie, s'appuyant sur les acquis de l'école élémentaire, conforte et enrichit le vocabulaire (mélanges homogènes et hétérogènes.....), développe les savoir-faire expérimentaux (manipulation d'une verrerie spécifique), nécessite l'utilisation de représentations graphiques, introduit de nouvelles notions (notamment tests de reconnaissance de l'eau et du dioxyde de carbone, gaz dissous, distinction mélanges homogènes et corps purs, distillation, conservation de la masse lors des changements d'état, l'eau solvant).

L'approche de la chimie par l'étude de l'eau permet, à partir d'une substance qu'utilisent couramment les élèves, de faire appréhender la difficulté d'obtention d'un corps pur.

Le professeur choisit le thème des boissons ou celui de l'eau dans l'environnement.

Le matériel de verrerie est évoqué au fur et à mesure de son utilisation.

Cette partie de programme se prête à de nombreuses ouvertures vers des activités de documentation et contribue à la maîtrise de la langue. L'introduction de la molécule comme entité chimique est reportée en classe de quatrième où elle peut s'appuyer sur deux exemples (l'eau et l'air). Ceci n'exclut pas que le professeur, s'il le juge pertinent, utilise dès la classe de cinquième, le concept de molécule pour éclairer le concept de corps pur.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
L'EAU DANS NOTRE ENVIRONNEMENT		**Quel rôle l'eau joue-t-elle dans notre environnement et dans notre alimentation ?**
Omniprésence de l'eau dans notre environnement. *[Thème : Météorologie et climatologie]* *[Histoire des Sciences : la météorologie et la climatologie]* *[Technologie : environnement, énergie, 4e]* *[Technologie : architecture et habita, 5e]*	Extraire des informations d'un document scientifique.	*Recherche documentaire : omniprésence de l'eau dans notre environnement : - cycle de l'eau ; - comparaison de la teneur en eau des aliments. *[B2i]*
L'eau, un constituant des boissons et des organismes vivants. *[SVT : besoins en eau des êtres vivants,6e]* Test de reconnaissance de l'eau. *[Géographie : les déserts secs ou froids]* *[Thème : Sécurité (pour les expériences avec le sulfate de cuivre anhydre, port des lunettes obligatoire et utilisation de faibles quantités)]*	Retenir que l'eau est un constituant des boissons. Décrire le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre. Réinvestir la connaissance du test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre pour distinguer des milieux qui contiennent de l'eau de ceux qui n'en contiennent pas. *Compétence expérimentale : réaliser le test de reconnaissance de l'eau.*	Réalisation du test de reconnaissance de l'eau avec le sulfate de cuivre anhydre. Reconnaissance expérimentale de la présence d'eau ou non dans des boissons, des liquides alimentaires (huile, lait…) et des liquides non alimentaires (White spirit, liquide vaisselle…) à l'aide du sulfate de cuivre anhydre.
MÉLANGES AQUEUX *[École primaire : fiche 2, mélanges et solutions, cycles 2 et 3]*		**Comment obtenir de l'eau limpide ?**
Mélanges homogènes et hétérogènes. Séparation de quelques constituants de mélanges aqueux. *[SVT : sédimentation]*	Faire la distinction à l'œil nu entre un mélange homogène et un mélange hétérogène. Décrire et schématiser une décantation et une filtration.	Observation d'une boisson d'apparence homogène (sirop de menthe, café...), d'une boisson hétérogène (jus d'orange...) ou de tout autre mélange aqueux. Proposition d'expériences destinées à obtenir une solution aqueuse limpide à partir d'un mélange aqueux hétérogène.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Exemples de constituants de boissons hétérogènes. *[SVT : action de l'eau sur les roches]* Existence des gaz dissous dans l'eau. *[SVT : rôle biologique des gaz dissous]*	*Compétences expérimentales :* *- réaliser une décantation et une filtration.* *- récupérer un gaz par déplacement d'eau.* *- reconnaître le dioxyde de carbone par le test à l'eau de chaux.*	Réalisation d'une décantation ou d'une centrifugation, d'une filtration de boisson (jus d'orange...) ou de tout autre mélange aqueux (eau boueuse, lait de chaux...). Réalisation du dégazage d'une eau pétillante.
Le test de reconnaissance du dioxyde de carbone à l'eau de chaux. *[Histoire des Sciences : la découverte du « gaz carbonique »]* *[Thème : Environnement et développement durable (Citoyenneté : étude de documents sur le traitement des eaux destinées à être potables et l'épuration des eaux usées)]*	*- reconnaître le dioxyde de carbone par le test à l'eau de chaux.*	Recueil du dioxyde de carbone présent dans une boisson et le reconnaître par le test de l'eau de chaux. *Recherche documentaire : - pourquoi les poissons meurent-ils lorsque l'eau se réchauffe ? - traitement de l'eau. *[B2i]* Visite d'une station d'épuration.
MÉLANGES HOMOGÈNES ET CORPS PURS		**Un liquide d'aspect homogène est-il pur ?** **Une eau limpide est-elle une eau pure ?**
Les eaux, mélanges homogènes. Présence dans une eau minérale de substances autres que l'eau. *[SVT : besoins nutritifs des végétaux chlorophylliens, 6e]* *[Thème : Environnement et développement durable (Citoyenneté : l'emploi des colorants est réglementé)]* *[Thème : Santé (Nutrition et santé : sucres)]* *[Thème : Sécurité (Techniques de chauffage)]* Obtention d'eau (presque) pure par distillation.	Illustrer par des exemples le fait que l'apparence homogène d'une substance ne suffit pas pour savoir si un corps est pur ou non. Interpréter des résultats expérimentaux en faisant appel à la notion de mélange (présence de différentes couleurs sur un chromatogramme, existence de résidus solides…). Décrire une distillation, une chromatographie. *Compétences expérimentales : réaliser une chromatographie.*	Chromatographie de colorants alimentaires dans une boisson, un sirop homogène ou une encre. Lecture d'étiquettes de boissons et de fiches d'analyse d'eau. Obtention d'un résidu so1ide par évaporation d'une eau minérale. Distillation d'une eau minérale fortement minéralisée ou d'eau salée. Évaporation du distillat. *Recherche documentaire : - pureté et potabilité d'une eau ; - dessalement de l'eau de mer ; - traitement des eaux calcaires. *[B2i]*

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
LES CHANGEMENTS D'ÉTATS DE L'EAU, APPROCHE PHÉNOMÉNOLOGIQUE *[École primaire : fiche 1, états de la matière et changements d'état, cycles 2 et 3]*		**Que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau (sous pression normale) ?**
Première approche des états de la matière. *[Technologie : matériaux (tous niveaux)]* *[Géographie : L'eau sur la Terre]* *[Thème : Météorologie et climatologie (Le cycle de l'eau)]*	Citer les trois états physiques de l'eau (solide, liquide, vapeur) et les illustrer par des exemples (buée, givre, brouillard, nuages…).	*Recherche et études documentaires relatives à la météorologie et à la climatologie (formation des nuages, humidité de l'air…).
Propriétés spécifiques de chaque état physique.	Identifier et décrire un état physique à partir de ses propriétés. Respecter sur un schéma les propriétés liées aux états de la matière (horizontalité de la surface d'un liquide…).	Mise en évidence expérimentale de : - la forme propre de l'eau solide (glace) ; - l'absence de forme propre de l'eau liquide comme de tous les autres liquides ; - l'horizontalité de la surface libre de l'eau comme de tout liquide au repos ; - la compressibilité et l'expansibilité de la vapeur d'eau qui, comme tout gaz et notamment l'air, occupe tout le volume qui lui est offert.
Les changements d'états sont inversibles. Cycle de l'eau. *[SVT : définition du magma, 4e]* Mesure de masses, unité, le kilogramme (kg). Mesure de volumes, unité, le mètre cube (m3). *[Histoire : révolution française et système métrique]* *[Histoire des sciences : le système métrique, exigence de cohérence et d'harmonisation]*	Utiliser le vocabulaire : solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation. *Compétences expérimentales :* *- mesurer des volumes avec une éprouvette graduée ;* *- mesurer une masse avec une balance électronique.*	Réalisation, observation et schématisation d'expériences de changements d'états. Retour sur le cycle de l'eau : changement d'état. *Recherche documentaire : est-ce un hasard si un litre d'eau pure a pour masse un kilogramme ? *[B2i]* Recherche documentaire : en quoi, le système métrique représente-t-il un progrès ?

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
[Mathématiques : mesure de volumes] *[Technologie : mesures et contrôles, tous niveaux ; architecture et habitat (plan, échelle, volume, tolérance de mesure), 5e]* *[Technologie : design et produit (échelle de représentation),4e ; fonctions d'usage et fonctions technique , 6e]* *[Thème : pensée statistique]*	Retenir que 1 L = 1 dm3 et que de même 1 mL = 1 cm3. Retenir que la masse de l L d'eau est voisine de l kg dans les conditions usuelles de notre environnement.	Travail sur les unités de volume par des opérations de transvasement d'eau.
Distinction entre masse et volume.	Utiliser correctement les notions de masse et de volume sans les confondre, utiliser les unités correspondantes.	Mise en oeuvre d'expériences montrant la proportionnalité entre une masse et le volume correspondant d'eau liquide pour amener le fait qu'un litre d'eau liquide a une masse voisine de 1kg (tableau et/ou graphique et/ ou *tableur). Mise en évidence de la dispersion des mesures. Activité expérimentale : comment savoir si un liquide incolore est ou non de l'eau ?
Conservation de la masse lors des changements d'état et non conservation du volume. *[Mathématiques : grandeurs et mesures, proportionnalité]* Repérage d'une température, unité : le degré Celsius (°C).	Prévoir ou interpréter des expériences en utilisant le fait que le changement d'état d'un corps pur sous pression constante se fait sans variation de la masse mais avec variation de volume. Retenir le nom et le symbole de l'unité usuelle de température. *Compétences expérimentales :* *- utiliser un thermomètre.* *- tracer et exploiter le graphique obtenu lors de l'étude du changement d'état d'un corps pur.*	Fusion de la glace accompagnée d'une pesée avant et après la fusion. Exercice « expérimental » : la fusion des icebergs feraitelle monter le niveau des océans ? *Recherche documentaire : - un effet de l'augmentation du volume de l'eau qui gèle : rupture des canalisations d'eau, barrières de dégel… - le méthanier : intérêt de liquéfier le méthane. *[B2i]* Utilisation d'un thermomètre (ou d'un *capteur de température). Congélation de l'eau et suivi de l'évolution de la température (*éventuellement avec l'ordinateur). *[B2i]*

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Existence d'un palier de température lors d'un changement d'état pour un corps pur. *[Mathématiques : représentation graphique de données]* *[Thème : Sécurité (Techniques de chauffage)]* *[SVT : refroidissement du magma par étapes, 4e]* *[Thème : Sécurité (pour tout ce qui concerne les ébullitions et la manipulation du cyclohexane)]*	Prévoir ou interpréter des expériences en utilisant le fait que le changement d'état d'un corps pur se fait à température constante sous pression constante. Connaître les températures de changement d'état de l'eau sous pression normale. Retenir que la température d'ébullition de l'eau dépend de la pression.	Chauffage d'eau liquide obtenue par distillation et *suivi de l'évolution de la température de l'eau, réalisation de l'ébullition. Comparaison avec la même expérience faite avec de l'eau très salée. Étude du changement d'état d'un corps pur autre que l'eau (*la solidification du cyclohexane par exemple). *[B2i]* Réalisation de l'ébullition sous pression réduite (fiole à vide et trompe à eau ou seringue).
L'EAU SOLVANT L'eau est un solvant de certains solides et de certains gaz, elle est miscible à certains liquides. Conservation de la masse totale au cours d'une dissolution. *[Thème : Environnement : mécanisme de pollution des eaux ; les marées noires]* *[SVT : respiration dans l'eau, 5e, action de l'eau sur les roches]* Vocabulaire de la dissolution : la notion de solution saturée est limitée à une approche qualitative.	*Compétences expérimentales :* *- réaliser (ou tenter de réaliser) la dissolution d'un solide dans un liquide ou le mélange de deux liquides et vérifier la conservation de la masse totale au cours de ces expériences ;* *- utiliser une ampoule à décanter.* Employer le vocabulaire spécifique à la discipline : solution, soluté, solvant, solution saturée, soluble, insoluble, miscibilité et non-miscibilité de deux liquides. Connaître des exemples de mélanges liquides où l'eau est le solvant. Distinguer dissolution et fusion.	**Peut-on dissoudre n'importe quel solide dans l'eau (sucre, sel, sable...) ?** **Peut-on réaliser un mélange homogène dans l'eau avec n'importe quel liquide (alcool, huile, pétrole...) ?** Formulation d'hypothèses sur la possibilité de certaines dissolutions ou de certains mélanges puis réalisation des expériences pour les valider ou invalider. Préparation d'une solution de sucre en dissolvant une masse donnée de sucre dans un volume donné d'eau ; réalisation d'une nouvelle pesée après dissolution. Test de la miscibilité pour les liquides : agiter, laisser reposer, observer. Évaporation d'une eau salée ou sucrée pour récupérer le sel ou le sucre. *Exploitation de documents sur les marais salants, sur les saumures. *[B2i]*

Commentaires

Les essais de séparation de l'eau, à partir notamment de boissons, conduisent à la question suivante : est-on sûr que le liquide incolore obtenu est de l'eau pure ? Le problème de la distinction entre corps pur et mélange d'une part, entre différents corps purs d'autre part, se trouve ainsi posé.

La difficulté de qualifier un mélange d'homogène ou d'hétérogène en lien avec les expériences de filtration et de décantation est également soulevée. On peut approfondir le concept d'*homogénéité* en mettant en évidence son caractère relatif dans la mesure où l'aspect de la matière dépend de l'échelle d'observation.

Un exemple simple qui a inspiré les philosophes de l'Antiquité est celui d'une plage de sable dont le caractère granulaire n'apparaît qu'à l'observation rapprochée. C'est l'extrapolation de cette idée vers le domaine microscopique qui est à l'origine de l'hypothèse atomique.

La lecture des étiquettes de boissons permet aux élèves de remarquer une très grande variété dans leur composition. Les étiquettes d'eaux minérales, notamment, fournissent des indications sur leur composition ionique. Mais cette lecture ne doit pas conduire à enseigner le concept d'ion qui n'est abordé qu'en classe de troisième. La seule idée à retenir est que les eaux minérales contiennent un grand nombre de substances : l'évaporation de l'eau peut permettre aux élèves de constater l'existence d'un résidu solide.

On fait ressortir qu'il y a conservation de la masse au cours des changements d'état alors que le volume varie. C'est surtout pour la vaporisation que cette variation est importante. En ce qui concerne la fusion, elle est plus faible mais demeure observable.

Réaliser un changement d'état d'un corps pur autre que l'eau permet de dissiper la confusion fréquente et tenace chez les élèves entre les concepts d'eau et de liquide. En ce qui concerne les changements d'état, on se limite aux termes de solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation sans s'interdire d'employer, suivant les situations, les termes de sublimation et de condensation à l'état solide. Il convient cependant de signaler aux élèves que le mot condensation qui, dans une acception rigoureuse, caractérise le passage de l'état gazeux à l'état solide, est utilisé dans la vie courante voire dans d'autres disciplines pour le passage de l'état gazeux à l'état liquide.

Il est souhaitable de préciser aux élèves que le brouillard et la buée ne sont pas de la vapeur d'eau qui est un gaz invisible mais de fines gouttelettes liquides. Le professeur peut indiquer que certains nuages contiennent des cristaux de glace.

Concernant la solubilité des gaz, le professeur rappelle simplement ce qui a été vu concernant le dioxyde de carbone dans les eaux « pétillantes » et précise que le dioxygène est également soluble dans l'eau.

L'étude expérimentale de la dissolution et de l'évaporation permet de présenter un premier aspect de la conservation de la matière. Quand on dissout un morceau de sucre dans l'eau, le sucre n'est plus visible mais ne disparaît pas.

Tracer et exploiter un graphique sont des compétences en cours d'acquisition.

Dans le cadre d'un recours à l'informatique pour le tracé des courbes de changement d'état, l'élève peut entrer les données au clavier et les traiter à l'aide d'un tableur-grapheur (compétences attendues dans le B2i). Le professeur garde présent à l'esprit que l'acquisition de données par les capteurs relève plus du lycée que du collège bien que cette acquisition ne soit pas interdite si le niveau de la classe s'y prête.

La grandeur masse volumique et la grandeur concentration massique sont hors programme.

Si le professeur est amené à citer la notion de concentration, il retient qu'elle est hors programme. Les calculs de concentration sont abordés en classe de seconde.

Il convient de ne pas négliger les liens avec les connaissances abordées en géographie (cycle de l'eau), en sciences de la vie et de la Terre (rôle biologique de l'eau, vie aquatique, sédimentation) et en mathématiques (proportionnalité).

B. Les circuits électriques en courant continu. Étude qualitative

Durée conseillée : 8 semaines.

Cette partie présente un grand intérêt par l'importance primordiale de l'électricité dans la vie quotidienne ; l'approche expérimentale peut y être particulièrement valorisée. Le programme de cinquième introduit notamment la notion de schémas normalisés, des nouveaux dipôles, la non influence de l'ordre des dipôles dans un circuit série, la notion qualitative de résistance, le court-circuit, le sens conventionnel du courant.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
QU'EST-CE QU'UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE ? *[École primaire : fiche 23, électricité, cycles 2 et 3]*		
Circuit électrique simple avec une seule lampe ou un moteur : - rôle du générateur ; - fils de connexion ; - rôle de l'interrupteur. *[Technologie : environnement et énergie (matériaux isolants et matériaux conducteur d'énergie électrique et thermique), 4e]* *[Thème : Sécurité (danger du secteur)]*	*Compétences expérimentales :* *- mettre en œuvre du matériel (générateur, fils de connexion, interrupteur, lampe ou moteur) pour allumer une lampe ou entraîner un moteur ;* *- test du comportement d'un circuit dépourvu de générateur.* Connaître le vocabulaire : - circuit ouvert ; - circuit fermé. Prévoir l'absence de courant en l'absence de générateur. Retenir que les expériences ne doivent pas être réalisées avec le courant du secteur pour des raisons de sécurité. Reconnaître et utiliser les symboles normalisés : pile, lampe, moteur, fils de connexion, interrupteur.	Réalisation d'un circuit simple avec un générateur, des fils de connexion, un interrupteur et une lampe (ou un moteur). Nécessité de la présence du générateur pour que la lampe éclaire ou que le moteur tourne.
Du dessin au schéma, symboles normalisés. Notion de boucle.	Représenter le schéma normalisé d'un montage présent sur la paillasse. Repérer une boucle sur un schéma et sur un montage.	Tracé du schéma normalisé d'un montage présent sur la paillasse. Repérage sur un schéma de la boucle formée par les éléments d'un circuit fermé pour prévoir son fonctionnement et réalisation expérimentale.
Approche de la notion de court-circuit. *[Thème : Sécurité (Citoyenneté et Sécurité : les dangers du court-circuit)]*	Exposer les dangers en cas de court-circuit d'un générateur. Repérer sur un schéma la boucle correspondant au générateur en court-circuit.	Observation de l'échauffement d'une pile dont les bornes sont reliées par un fil de connexion. Observation de l'incandescence de la paille de fer reliant les deux bornes d'une pile.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
CIRCUIT ÉLECTRIQUE EN BOUCLE SIMPLE		
Circuit électrique en boucle simple : on pourra utiliser les dipôles suivants : générateur, interrupteurs, lampes, moteur, DEL, diode, fils de connexion, résistances (conducteurs ohmiques) en se limitant, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles.	Reconnaître et utiliser les symboles normalisés d'une diode, d'une DEL, d'une résistance. Retenir que les dipôles constituant le circuit série ne forment qu'une seule boucle. *Compétence expérimentale : réaliser à partir de schémas des circuits en série pouvant comporter un générateur, des lampes, des interrupteurs, un moteur, une diode électroluminescente, une diode et des résistances.*	Réalisation de circuits en boucle simple pouvant comporter un générateur, des lampes, des interrupteurs, un moteur, une diode, une diode électroluminescente et des résistances (on se limitera, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles).
Influence de l'ordre et du nombre de dipôles autres que le générateur.	Mettre en évidence la variation ou la non variation de l'éclat d'une lampe témoin en fonction : - de sa position dans le circuit ; - du nombre de dipôles autres que le générateur ajoutés dans le circuit. Passer du schéma normalisé au circuit et inversement.	Schématisation et réalisation du montage permettant d'observer la variation ou la non variation de l'éclat d'une lampe témoin en fonction : - de sa position dans le circuit ; - du nombre de dipôles autres que le générateur ajoutés dans le circuit.
Conducteurs et isolants. Cas particuliers de l'interrupteur et de la diode. *[Technologie : environnement et énergie (matériaux isolants et matériaux conducteurs d'énergie électrique et thermique),4e]*	Citer des conducteurs et des isolants usuels. Retenir qu'un interrupteur ouvert se comporte comme un isolant et qu'un interrupteur fermé se comporte comme un conducteur. Retenir que le comportement d'une diode ressemble à celui d'un interrupteur selon son sens de branchement.	Passage du schéma normalisé au circuit et inversement. Introduction, dans un circuit en boucle simple, de différents échantillons conducteurs ou isolants y compris de l'eau, de l'eau « salée », une DEL.
	Prévoir que le circuit est ouvert lorsqu'une lampe est dévissée.	Formulation d'une hypothèse et test concernant l'état du circuit lorsqu'on dévisse une lampe dans un circuit en série.
Caractère conducteur du corps humain (électrisation). *[Thème : Sécurité (Citoyenneté : règles de sécurité électrique)]*	Identifier la situation d'électrisation et en énoncer les effets.	Utilisation une maquette simplifiée de situation d'électrisation. *Simulation informatisée de situation d'électrisation. *Étude de documents sur les dangers de l'électrisation. *[B2i]*

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Sens conventionnel du courant.	Citer le sens conventionnel du courant.	Utilisation d'une diode ou d'un moteur pour mettre en évidence l'existence d'un sens du courant ou, pour la diode, imposer une absence de courant.
CIRCUIT ÉLECTRIQUE COMPORTANT DES DÉRIVATIONS		
Le circuit électrique avec des dérivations (on se limite, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles). Retour sur le court-circuit : distinction entre court-circuit d'un générateur et court-circuit d'une lampe. *[Thème : Sécurité (Citoyenneté : règles de sécurité électrique) et (Sécurité des personnes et des biens)]*	Identifier les différentes boucles contenant le générateur dans des circuits comportant des dérivations. *Compétence expérimentale : identifier et être capable de réaliser des montages en dérivation.* Prévoir que la boucle correspondante est ouverte lorsqu'une lampe est dévissée. Identifier la situation de court-circuit d'un générateur dans un circuit et en prévoir les conséquences. Identifier la situation de court-circuit d'un dipôle récepteur et en prévoir les conséquences.	Matérialisation des boucles dans un circuit avec dérivation. Prévisions de fonctionnement. Réalisation et schématisation de circuits simples comportant notamment des lampes et des diodes électroluminescentes en dérivation (on se limite, outre l'interrupteur, à un générateur et à trois dipôles). Prévision et vérification des faits observés lorsqu'on dévisse une lampe dans un circuit comportant des dérivations. Réalisation de situations de court-circuit, notamment identification du cas où le générateur se retrouve en court-circuit en même temps qu'une lampe.

Commentaires

Pour faciliter la réalisation expérimentale des circuits, on peut s'appuyer sur la visualisation matérialisée de boucles comportant le générateur (la boucle étant un parcours fermé constitué d'éléments conducteurs).

Dans certaines situations, la réalité matérielle d'un circuit n'est pas immédiatement perceptible en raison d'un retour par la masse. Le professeur garde ceci en tête pour répondre le cas échéant à des questions mais ne soulève pas lui-même cette difficulté.

Concernant les dipôles, on indique simplement qu'il s'agit d'appareils possédant deux bornes. Les symboles normalisés sont introduits progressivement en fonction des besoins.

Lors de l'utilisation d'une DEL, il est nécessaire de placer une résistance de protection en série avec la DEL.

On peut faire remarquer que, comme tout dipôle destiné à être branché à un générateur, une lampe porte des indications qui permettent de savoir si son emploi est bien adapté.

Dans le cadre des distinctions entre conducteurs et isolants, on se limite en ce qui concerne la lampe à faire remarquer que lorsque la chaîne conductrice est interrompue au niveau du filament, la lampe est hors d'usage. La même considération permet de comprendre ce qu'est un fusible.

Dès l'utilisation du générateur, le professeur met les élèves en garde contre les risques de court-circuit et revient sur cette notion lors de l'étude des circuits en série et comportant des dérivations.

Dans le cas du court-circuit dû au caractère conducteur du corps humain, le professeur se limite aux cas élémentaires d'électrisation-électrocution (utilisation d'une maquette, simulation informatisée, séquence audiovisuelle).

Le professeur évoque les dangers présentés par une prise de courant dont les broches assimilées aux bornes d'un générateur peuvent créer à travers le corps humain une chaîne de conducteurs entre la borne active (la phase) et la terre ou entre la borne active (la phase) et la borne passive (le neutre) provoquant l'électrocution.

Le rôle de l'interrupteur peut permettre d'introduire la notion de conducteurs et d'isolants.

Dans le cas des circuits avec dérivations on se limite à l'interrupteur associé au générateur.

La diode électroluminescente se comporte comme un conducteur ou un isolant suivant son sens de branchement et permet d'introduire le sens conventionnel du courant. Il ne s'agit pas d'étudier la diode en tant que dipôle.

On évite d'utiliser l'expression *en parallèle* : on lui préfère circuit *comportant des dérivations*.

On peut faire observer qu'une installation domestique classique est constituée d'appareils en dérivation.

On note bien que l'activité de schématisation prend une place tout particulièrement importante dans cette partie du programme : les élèves y manipulent des représentations symboliques codées comme ils l'ont encore peu fait. Cependant il faut s'assurer que la notion, par exemple de générateur, est acquise avant de remplacer le dessin par le symbole. La schématisation doit apparaître pour l'élève comme une simplification par rapport au dessin.

C. La lumière : sources et propagation rectiligne

Durée conseillée : 7 semaines

Comme l'eau et l'électricité, la lumière fait partie de notre environnement quotidien. Les contenus abordés à ce niveau permettent de mieux comprendre la distinction entre sources primaires et objets diffusants, les phases de la Lune, les éclipses et systématise le vocabulaire relatif aux ombres. Son introduction prolonge les approches concernant « Lumière et ombres » et « Système solaire et Univers » figurant aux cycles 2 et 3 de l'école. Une trop longue interruption de cette étude serait préjudiciable à la consolidation des acquis. La propagation rectiligne, élément nouveau par rapport à l'école primaire, est en outre un excellent moyen d'introduire la notion de modèle avec le rayon lumineux et peut être mise en liaison avec la géométrie plane.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
SOURCES DE LUMIÈRE ET IMPORTANCE DE LA DIFFUSION **ENTRÉE DE LA LUMIÈRE DANS L'ŒIL**		**Comment éclairer et voir un objet ? D'où vient la lumière ?**
Existence de deux types de sources de lumière : - les sources primaires (étoiles, Soleil…) ; - les objets diffusants (planètes, satellites, murs blancs…). Une condition nécessaire pour la vision : l'entrée de la lumière dans l'œil. *[Thème : Sécurité (Les dangers du laser)]* *[Histoire des sciences : Ibn Al-Haytham (ou Alhazen)]* *[SVT : organe sensoriel = récepteur, 4e]* *[Technologie : architecture et habitat, 5e]*	Citer quelques sources de lumière. Prévoir si un écran diffusant peut en éclairer un autre en fonction des facteurs suivants : - localisation spatiale des deux écrans ; - l'écran diffusant est éclairé ou non. Retenir que pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive de la lumière.	Formulation d'hypothèses et tests expérimentaux à partir de situations mettant en jeu des sources de lumière, des objets diffusants (écran blanc, obstacles opaques,…). Interposition d'un écran opaque entre une source lumineuse et l'œil d'un élève : confrontation du point de vue de cet élève et celui d'un autre élève observateur.
PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIÈRE		**Comment se propage la lumière ?**
Le faisceau de lumière. *[Histoire des sciences : en étudiant des ombres, Thalès a établi la première loi scientifique connue de l'humanité]*	Formuler que l'on peut visualiser le trajet d'un faisceau de lumière grâce à la diffusion. Et en faire un schéma. *Compétence expérimentale : visualisation de faisceaux, visées.* Représenter un rayon de lumière par un trait repéré par une flèche indiquant le sens de la propagation.	Constatation de la non visibilité d'un faisceau de lumière en milieu non diffusant et de sa visualisation grâce à la diffusion. Observation du renvoi de lumière vers l'observateur par des objets diffusants placés dans le faisceau. Formulation d'hypothèses lors de visées au travers d'écrans troués et vérification expérimentale de ces hypothèses. Recherche documentaire : le théorème de Thalès. *[B2i]*

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Modèle du rayon de lumière.	Faire un schéma représentant un faisceau de lumière.	Limitation d'un faisceau de lumière émis par une source ponctuelle par des ouvertures de formes quelconques avec observation sur l'écran de taches lumineuses de mêmes formes que les ouvertures.
Sens de propagation de la lumière.	Interpréter des résultats expérimentaux en utilisant le fait qu'une source lumineuse ponctuelle et un objet opaque déterminent deux zones : - une zone éclairée de laquelle l'observateur voit la source ; - une zone d'ombre de laquelle l'observateur ne voit pas la source.	
Ombre propre, ombre portée et cône d'ombre : interprétation en termes de rayons de lumière. *[École primaire : fiche 17, lumière et ombres, cycle 3]* *[Mathématiques : géométrie]*	Interpréter les ombres propre et portée ainsi que l'existence du cône d'ombre en figurant des tracés rectilignes de lumière. Prévoir la position et la forme des ombres dans le cas d'une source ponctuelle. Retenir que l'ombre portée reste noire même dans le cas d'une source colorée. Prévoir si une source de lumière est visible ou non en vision directe, dans diverses situations, en fonction des positions relatives des objets opaques, des sources et de l'œil, y compris dans le cône d'ombre. Tracer des schémas où figure l'œil de l'observateur et les rayons qui y pénètrent.	Formulation d'hypothèses sur la position, la forme et l'éventuelle couleur des ombres d'objets éclairés avec des sources ponctuelles blanches ou colorées. Vérification expérimentale de ces hypothèses.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Système Soleil-Terre-Lune. Phases de la Lune, éclipses : interprétation simplifiée. *[École primaire : fiches 19 et 21, mouvement apparent du Soleil, Système solaire et Univers, cycle 3]* *[Géographie : le calendrier, les saisons]* *[Histoire des sciences : l'observation des astres et la naissance de la science]* *[Histoire des Sciences : le système solaire, la rotondité de la Terre]* *[Mathématiques : tangente à un cercle, 4e]* *[Technologie : architecture et habitat, 5e]* *[Technologie : environnement et énergie, 4e]*	Décrire simplement les mouvements pour le système Soleil-Terre-Lune. Interpréter les phases de la Lune ainsi que les éclipses. Prévoir le phénomène visible dans une configuration donnée du système simplifié Soleil-Terre-Lune.	Observation des phases de la Lune et des éclipses à l'aide d'une maquette et/ou par *simulation informatique et/ou par une séquence audiovisuelle (bien distinguer l'observation par un observateur terrestre de l'interprétation par un observateur extérieur au système Soleil-Terre-Lune). Observation quotidienne de la Lune, avec compte-rendu, sur une durée suffisante. *Recherche documentaire : cadran solaire, gnomon. *[B2i]* *Recherche documentaire : la prévision des éclipses, naissance d'une forme rudimentaire de science (empirisme)

Commentaires

Pour toutes les expériences de diffusion on prend soin de limiter les diffusions parasites par les objets n'intervenant pas dans l'étude en les recouvrant de papiers noirs, tissus noirs…

Il peut être intéressant que la décision de ces aménagements soit proposée par les élèves eux-mêmes après un premier constat de l'existence du phénomène de diffusion.

Si les élèves connaissent le rôle du miroir, on peut être conduit à distinguer l'éclairage par réflexion de l'éclairage par diffusion (écran…).

On préfère l'expression « faisceau de lumière » à celle de « faisceau lumineux » qui peut suggérer que le faisceau est visible par lui-même.

Le professeur gardera en mémoire que la propagation rectiligne de la lumière nécessite un milieu transparent, homogène et isotrope. Il peut répondre à la curiosité éventuelle des élèves concernant, par exemple, les mirages en signalant que dans ce cas le phénomène est dû à un milieu non homogène.

Dans la partie « ombre propre, ombre portée et cône d'ombre », on n'oublie pas que l'écran sur lequel apparaît l'ombre portée diffuse la lumière de la source par sa partie éclairée et que dans ce cas une balle placée dans le cône d'ombre est visible car éclairée par cette lumière diffusée … d'où les précautions à prendre quand on dit qu'une balle placée dans le cône d'ombre n'est pas visible.

La notion de pénombre est hors programme.

Le rôle de l'entrée de la lumière dans l'œil et la place de l'observateur doivent être rappelés chaque fois que possible en figurant l'œil de l'observateur sur les schémas (par exemple pour les différentes positions de la Lune dans différentes phases, il est nécessaire d'indiquer la place de l'observateur terrestre sur le schéma).

Pour les phases de la Lune, il est nécessaire de mentionner qu'il existe un angle entre le plan orbital de la Lune et le plan de l'écliptique

Le cadran solaire peut constituer une piste d'activités pluridisciplinaires.

La partie B peut, par exemple, être introduite en soumettant à la classe la question « connaissez-vous des situations où l'on voit briller à la fois plusieurs lampes ? » puis, en un second temps, en demandant aux élèves de schématiser puis de réaliser l'alimentation de deux lampes à partir d'une pile.

Physique - Chimie 4e

Introduction

Dans le prolongement de l'école primaire, après la phase de sensibilisation de la classe de cinquième, le programme de classe quatrième est destiné à introduire des grandeurs et des lois qui les relient.

L'enseignement reste orienté vers l'expérimentation par les élèves dans le cadre d'une démarche d'investigation chaque fois que possible. (cf. *Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques § III. Les méthodes).*

Par un questionnement judicieux, les séances introductives doivent permettre l'émergence des représentations préalables des élèves.

En complément de l'étude de l'eau en cinquième, l'étude de l'air, dans la partie *A. De l'air qui nous entoure à la molécule*, conduit à introduire la notion de molécule.

La partie *B. Les lois en courant continu* s'appuie sur des mesures d'intensité, de tension et de résistance. La loi d'Ohm est étudiée à ce niveau.

La partie *C. La lumière : couleurs et images* prolonge le programme de cinquième par la notion de couleur. La formation d'images à travers une lentille convergente et le rôle de l'œil viennent compléter cette étude.

Les activités pouvant mettre en jeu les technologies de l'information et de la communication sont repérées par le symbole *. La mention *[B2i]* signale les activités permettant de développer les compétences attendues au niveau 2 du brevet informatique et Internet.

Des ouvertures en direction de l'histoire des sciences sont mentionnées pour contribuer à éveiller la curiosité des élèves.

La présentation retenue n'implique pas une progression obligatoire. Toute liberté est laissée à l'enseignant pour organiser ses activités dans l'ordre où il le souhaite. L'essentiel est que le professeur ait une progression cohérente et que tout le programme soit étudié.

Certaines parties du programme peuvent être traitées de façon coordonnée par des professeurs de disciplines différentes en s'appuyant sur les thèmes de convergence qui abordent d'importants sujets de société (cf. Thèmes de convergence).

A. De l'air qui nous entoure à la molécule

Durée conseillée : 10 semaines.

Cette rubrique a pour objet d'introduire dans un premier temps la molécule à partir des deux exemples de l'eau et de l'air ; elle permet notamment de réinvestir les notions vues en classe de cinquième concernant la distinction entre mélanges et corps purs, les changements d'états et la conservation de la masse lors de ces changements d'états. Dans un second temps, elle conduit, en s'appuyant sur les combustions, à l'étude des transformations chimiques et à leur interprétation atomique.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
COMPOSITION DE L'AIR		**De quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ?**
Le dioxygène, constituant de l'air avec le diazote. *[Géographie : l'atmosphère]* Le dioxygène, nécessaire à la vie. *[SVT : respiration]* *[Thème : Environnement et développement durable (la pollution atmosphérique)]* *[Thème : Santé (troubles liés à un air « non pur »[1])]* *[Technologie : environnement et énergie, 4e (effet de serre, énergies renouvelables)]*	Retenir que l'air est un mélange et citer les proportions dioxygène/ diazote dans l'air. Distinguer gaz et fumées (microparticules solides en suspension).	*Étude de documents sur l'atmosphère et la composition de l'air, sur la respiration. *Enquête sur la pollution atmosphérique et ses conséquences : problèmes respiratoires, effet de serre et réchauffement de la Terre, trou dans la couche d'ozone…), part de responsabilité individuelle et collective… *[EEDD]* Rédaction d'un compte-rendu de l'enquête. *[B2i]*
VOLUME ET MASSE DE L'AIR		**L'air a-t-il un volume propre ? A-t-il une masse ?**
Caractère compressible d'un gaz. Masse d'un volume donné de gaz. *[Thème : Météorologie et climatologie]* *[Mathématiques : grandeurs et mesures]* *[Technologie : architecture et habitat, 5e]* *[Technologie : environnement et énergie, 4e]*	*Compétences expérimentales :* *- mettre en évidence le caractère compressible d'un gaz ;* *- utiliser un capteur de pression.* Utiliser correctement les notions de masse et de volume sans les confondre, utiliser les unités correspondantes. Retenir que 1 L = 1 dm3 et que de même 1 mL = 1 cm3. Retenir l'ordre de grandeur de la masse d'un litre d'air dans les conditions usuelles de température et de pression.	Compression de l'air contenu dans un piston ou une seringue, associée à la mesure de sa pression. Dégonflage ou gonflage d'un ballon à volume constant associé à la mesure de sa masse.

1. Les troubles liés à un « non pur » c'est-à-dire dont la composition s'éloigne des propositions standard, seront évoqués en relation avec le thème de convergence relatif à la santé.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
UNE DESCRIPTION MOLÉCULAIRE POUR COMPRENDRE		
Un premier modèle particulaire pour interpréter la compressibilité d'un gaz. Distinction entre mélange et corps pur pour l'air et la vapeur d'eau. L'existence de la molécule. *[Histoire des sciences : de l'évolution du modèle moléculaire à la réalité de la molécule]* Les trois états de l'eau à travers la description moléculaire : - l'état gazeux est dispersé et désordonné ; - l'état liquide est compact et désordonné ; - l'état solide est compact, les solides cristallins sont ordonnés. Interprétation de la conservation de la masse lors des changements d'états et lors des mélanges. *[SVT : solidification du magma]*	*Compétence expérimentale : réaliser des mélanges homogènes et des pesées (liquides et solides).* Utiliser la notion de molécules pour interpréter : - la compressibilité de l'air ; - les différences entre corps purs et mélanges ; - les différences entre les trois états physiques de l'eau ; - la conservation de la masse lors des mélanges en solutions aqueuses et des changements d'états de l'eau ; - la non compressibilité de l'eau ; - la diffusion d'un gaz dans l'air ou d'un soluté dans l'eau.	*Étude documentaire sur l'histoire du modèle moléculaire. *[B2i]* *Observation et analyse de simulations concernant l'agitation moléculaire dans les liquides et les gaz. Réalisation de mélanges en solutions aqueuses. Mise en évidence de la non compressibilité de l'eau. Mise en évidence de la diffusion d'un gaz odorant (parfum) dans l'air ou d'un colorant dans l'eau.
LES COMBUSTIONS		**Qu'est-ce que brûler ?**
La combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et comburant) qui sont consommés au cours de la combustion ; de nouveaux produits se forment. *[Thème : Sécurité (Citoyenneté : règles de sécurité possibilité de production du monoxyde de carbone toxique)]* *[Thème : Santé (toxicité du monoxyde de carbone, dangers liés à l'usage du tabac)]* *[Thème : Environnement et développement durable (Effet de serre)]* *[Technologie : les énergies, 6e]*	*Compétences expérimentales :* *- réaliser et décrire une expérience de combustion ;* *- identifier lors d'une transformation les réactifs (avant transformation) et les produits (après transformation) ;* *- reconnaître un précipité.*	Réalisation de quelques transformations avec du dioxygène et caractérisation des produits formés : - combustion du carbone (morceau de fusain), test du dioxyde de carbone, précipité de carbonate de calcium ; - combustion du butane et/ou du méthane, tests du dioxyde de carbone et de l'eau formés.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Combustion du carbone. Test du dioxyde de carbone : le dioxyde de carbone réagit avec l'eau de chaux pour donner un précipité de carbonate de calcium. Combustion du butane et/ou du méthane. Tests du dioxyde de carbone et de l'eau formés. *[SVT : transformation biologique, 6e ; respiration, 5e]* *[Technologie : environnement et énergie, 4e]* *[Technologie : architecture et habitat (la réglementation thermique), 5e]*	Exprimer le danger des combustions incomplètes.	*Étude documentaire : - danger des combustions incomplètes ; - effets sur l'organisme humain du monoxyde de carbone ; - règles de sécurité (prévention des accidents et des incendies, consignes en cas d'accident et d'incendie). *[B2i]*
LES ATOMES POUR COMPRENDRE LA TRANSFORMATION CHIMIQUE		
Interprétation atomique de deux ou trois combustions. Les molécules sont constituées d'atomes. La disparition de tout ou partie des réactifs et la formation de produits correspond à un réarrangement d'atomes au sein de nouvelles molécules.	*Compétence expérimentale : réaliser des modèles moléculaires pour les réactifs et les produits des combustions du carbone, du butane et/ou du méthane (aspect qualitatif et aspect quantitatif).*	*Illustration à l'aide de modèles moléculaires compacts ou de simulations des réactifs et des produits des deux ou trois transformations suivantes : - carbone + dioxygène –> dioxyde de carbone –> - butane + dioxygène –> dioxyde de carbone + eau ; - méthane + dioxygène –> dioxyde de carbone + eau.
Les atomes sont représentés par des symboles, les molécules par des formules.	Citer et interpréter les formules chimiques : O2, H2O, CO2, C4H10 et/ou CH4.	*Utilisation d'un logiciel de présentation de molécules. *[B2i]*
L'équation de la réaction précise le sens de la transformation (la flèche va des réactifs vers les produits). Les atomes présents dans les produits formés sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs.	Écrire les équations de réaction pour les combustions du carbone, du butane et/ou du méthane et expliquer leur signification (les atomes présents dans les produits formés sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs).	

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
La masse totale est conservée au cours d'une transformation chimique. *[Technologie : les matériaux, tous niveaux]*	Retenir que la masse totale est conservée ou cours d'une transformation chimique.	Illustration de la conservation de la masse sur l'exemple de la réaction, en flacon étanche, du carbonate de calcium avec de l'eau acidifiée.

Commentaires

En ce qui concerne la description moléculaire de la matière, le professeur se rappelle que les concepts de molécule et d'atome, initialement imaginés comme des *modèles*[2] *susceptibles de rendre compte de propriétés macroscopiques de la matière ont acquis progressivement de la fin du XIXe siècle à nos jours le statut de véritables objets* microscopiques. On réalise des jets moléculaires et des jets atomiques ; depuis la fin du XXe siècle on parvient même à véritablement manipuler, en les déplaçant un à un, des atomes dont on sait par ailleurs obtenir des images.

Une difficulté de l'enseignement dans ce domaine provient de l'existence de divers *niveaux de description*. Les connaissances acquises à ce jour permettent de se représenter ces objets microscopiques par des emboîtements successifs, à l'image de « poupées russes » : la molécule est constituée d'atomes, l'atome comporte un noyau et des électrons, le noyau est composé de protons et de neutrons, etc. Chacun de ces niveaux de description correspond à un stade historique du développement des connaissances scientifiques.

D'un point de vue pédagogique il convient à chaque niveau d'enseignement, de limiter cette description au niveau qui est suffisant pour l'interprétation des phénomènes pris en compte. Ainsi, le fait que les molécules puissent être décrites comme des assemblages d'atomes ne joue pas de rôle tant que l'on ne décrit pas de réactions chimiques. Le professeur garde en mémoire que ce niveau de description n'apporte rien dans l'explication d'un changement d'état par exemple. On indique qu'un long processus historique a conduit à proposer une description des solides, des liquides et des gaz comme un assemblage de « grains de matière » qu'à titre provisoire et dans le cadre du programme, on désigne sous le nom de molécules[3].

Il est recommandé d'utiliser des modèles compacts, représentations plus fidèles des structures microscopiques. Les atomes sont représentés comme des sphères. Certains sont différenciés symboliquement par une couleur de représentation. Ils sont distingués par ailleurs par un symbole : aucune connaissance de leur structure n'est apportée dans cette classe. Le professeur garde à l'esprit que les opérations de désassemblage et de réassemblage des atomes au cours des manipulations des modèles compacts ne correspondent pas, en général, à de véritables mécanismes réactionnels qui ne sont étudiés actuellement qu'au niveau post-baccalauréat de l'enseignement général. L'écriture d'équations de réactions est strictement limitée aux deux ou trois combustions étudiées. La mole (concept, grandeur et unité de quantité de matière) est hors programme : elle apparaît en classe de seconde.

Dans le cadre de l'étude des combustions, l'enseignant attirera l'attention des élèves sur le fait que pour éteindre un feu il est nécessaire de supprimer l'une des

2. Un modèle ne prétend pas décrire une réalité objective. Il possède seulement une valeur explicative et prédictive limitée dans un champ d'application déterminé, à un instant donné des connaissances, ce qui, à cet instant, explique son intérêt.

3. Pour ce premier modèle microscopique de la matière, une difficulté de vocabulaire vient du fait qu'une description élaborée représente les solides métalliques et les cristaux ioniques ainsi que le liquide qui résulte de leur fusion comme étant constitués d'ions, concept qui ne sera abordé qu'en classe de troisième. Cette distinction ne joue pas un rôle essentiel dans un premier stade de l'utilisation du modèle et n'a pas à être mentionnée.

pointes du triangle du feu (combustible, comburant, température) : fermer la bouteille de gaz, étouffer, refroidir…

L'étude des transformations chimiques souligne l'universalité de la conservation de la masse. Au cours de transformations physiques (changements d'état), cette conservation découle de la conservation des molécules. Pour les transformations chimiques, elle résulte de la conservation des atomes. Dans le contexte de cette affirmation, il faut entendre le mot « atome » dans son sens le plus général : soit cortège électronique complet, soit cortège électronique privé ou enrichi d'électrons (ions). La compréhension claire de cette loi de conservation de la masse doit être considérée comme un acquis fondamental de cette partie du programme. Elle prépare les élèves à l'étude d'autres grandes lois de conservation, celle de la charge électrique par exemple. Par ailleurs, elle introduit une idée qui est à la base du respect raisonné de l'environnement.

Il est à noter que ce chapitre permet de revenir sur la distinction entre mélanges et corps purs et sur les tests de caractérisation de l'eau et du dioxyde de carbone vus en classe de cinquième.

Par ailleurs, pour assurer la cohérence avec le vocabulaire employé au lycée, on privilégie, dans un contexte pertinent, le terme de « transformation » chimique par rapport à celui de « réaction » chimique.

B. Les lois du courant continu

Durée conseillée : 11 semaines.

B1. Intensité et tension

Cette partie a pour objet d'introduire les lois du courant continu à partir de relevés d'intensité et de tension réalisés par les élèves eux-mêmes dans le cadre d'une démarche d'investigation.

Elle prolonge l'approche qualitative des circuits vue à l'école primaire et en classe de cinquième.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
INTENSITÉ ET TENSION : DEUX GRANDEURS ÉLECTRIQUES ISSUES DE LA MESURE		**Quelles grandeurs électriques peut-on mesurer dans un circuit ?**
Introduction opératoire de l'intensité et de la tension. *[Thème : Sécurité]* *[Technologie : environnement et énergie (schéma de tout ou partie d'un système énergétique ; relevé des puissances mises en jeu dans une maquette), 4e]*	Identifier les bornes d'une pile, mettre en évidence la tension entre ses bornes en circuit ouvert. Schématiser une pile. Reconnaître qu'il peut y avoir une tension entre deux points entre lesquels ne passe aucun courant et qu'inversement un dipôle peut être parcouru par un courant sans tension notable entre ses bornes.	Prévision du comportement qualitatif de circuits comportant des dipôles en série et en dérivation, ouverts ou fermés.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Intensité : mesure, unité. *[Thème : Pensée statistique]* *[Mathématiques : notation scientifique, ordre de grandeur]* *[Histoire des sciences : les travaux d'Ampère]*	*Compétences expérimentales :* *- brancher un multimètre utilisé en ampèremètre* *- mesurer une intensité* Schématiser le circuit et le mode de branchement du multimètre pour mesurer une intensité positive. Retenir l'unité d'intensité.	Mesure d'une intensité avec un multimètre numérique.
Tension : mesure, unité. *[Thème : Pensée statistique]* *[Mathématiques : notation scientifique, ordre de grandeur]* *[Histoire des sciences : les travaux de Volta]* *[Technologie : environnement et énergie, 4e]* Notion de branche et de nœud. Lois d'unicité de l'intensité en courant continu dans un circuit série et d'additivité de l'intensité dans un circuit comportant des dérivations. *[Thème : Pensée statistique]* *[Mathématiques : organisation et gestion de données]*	*Compétences expérimentales :* *- brancher un multimètre utilisé en voltmètre ;* *- mesurer une tension.* Schématiser le circuit et le mode de branchement du multimètre pour mesurer une tension positive. Retenir l'unité de tension. Repérer sur un schéma ou sur un circuit les différentes branches (principale et dérivées) et les nœuds éventuels. Formuler l'unicité de l'intensité dans un circuit série et l'additivité des intensités dans un circuit comportant des dérivations. *Compétence expérimentale : vérifier l'unicité de l'intensité en courant continu dans un circuit en série et l'additivité de l'intensité dans un circuit comportant des dérivations.*	Mesure d'une tension avec un multimètre numérique. Présentation des règles d'utilisation d'un multimètre pour réaliser des mesures de tension et d'intensité. Mise en évidence expérimentale des lois concernant l'intensité : - unicité dans un circuit en boucle simple ; - additivité pour un circuit comportant des dérivations.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Loi d'additivité vérifiée par la tension. *[Thème : Pensée statistique] [Mathématiques : organisation et gestion de données]* Le comportement d'un circuit en boucle simple est indépendant de l'ordre des dipôles associés en série qui le constituent. Caractère universel (indépendant de l'objet) des deux lois précédentes.	Formuler l'additivité de la tension dans un circuit série. *Compétence expérimentale : vérifier l'additivité de la tension dans un circuit série.*	Mise en évidence expérimentale des lois concernant la tension : - égalité des tensions aux bornes de deux dipôles en dérivation ; - additivité des tensions le long d'un circuit en boucle simple. Mise en évidence expérimentale du fait que si l'on change l'ordre des éléments d'un circuit en boucle simple, on ne change aucune des valeurs des grandeurs (tension aux bornes et intensité) qui les concernent. De même, mise en évidence expérimentale du fait qu'en changeant le circuit, par exemple en rajoutant une lampe en série, les valeurs des grandeurs changent mais les lois demeurent.
Adaptation d'un dipôle à un générateur donné. Intensité et tension nominale. Surtension et sous-tension.	Adapter une lampe à une pile donnée. Interpréter en termes de tension ou d'intensité l'éclat d'une lampe dont on connaît les valeurs nominales.	Choix, dans un assortiment de lampes, de celle que l'on peut alimenter avec une pile donnée.

Commentaires

L'approche des deux grandeurs intensité et tension est opératoire. De façon qualitative, puis quantitative, sans que cette étude conduise à des exercices calculatoires, on amène l'élève à identifier deux grandeurs qui se différencient par le fait qu'elles obéissent à des lois différentes (le long d'un circuit série : unicité de l'intensité I d'un courant continu, additivité pour la tension U).

Cette différence se manifeste en particulier dans deux cas extrêmes :

- quand U est nul et I différent de zéro (fil de connexion branché dans un circuit et traité comme un dipôle) ;
- quand I est nul et U différent de zéro (interrupteur ouvert, diode en inverse).

Un circuit électrique est un ensemble d'éléments reliés entre eux dont chacun contribue au comportement global du circuit. Dans une branche, l'ordre des éléments n'a pas d'importance sur les valeurs de l'intensité du courant traversant chaque dipôle et des tensions aux bornes chacun d'eux. Sur les schémas électriques les multimètres sont représentés de façon à ce que les résultats qu'ils affichent soient positifs.

L'activité de schématisation prend ici une place tout particulièrement importante dans cette partie du programme : les élèves y manipulent des représentations symboliques codées, ce qu'ils ont encore peu réalisé.

B2. Un dipôle : la résistance

Cette partie a pour objet d'introduire la loi d'Ohm à partir du dipôle résistance. Le professeur garde présent à l'esprit que la résistance au sens *usuel* du laboratoire ou du marchand de composants est un objet (dipôle) tandis la *grandeur* qui porte le même nom fait référence au comportement ohmique de cet objet. C'est en raison de cette double acception que le mot « résistance » est ici entre guillemets.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
LA « RÉSISTANCE »		**Quelle est l'influence d'une « résistance » dans un circuit électrique ?**
Approche expérimentale de la « résistance » électrique. Unité de résistance électrique. *[Mathématiques : notation scientifique, ordre de grandeur]*	Retenir que : - pour un générateur donné : - l'intensité varie selon la « résistance » branchée à ses bornes ; - plus la résistance est grande, plus l'intensité est petite ; - l'intensité du courant dans une branche ne dépend pas de la place de la « résistance » ; - l'ohm (Ω) est l'unité de résistance électrique du SI. *Compétence expérimentale : utiliser un multimètre en ohmmètre.*	À partir d'un questionnement, aboutir à la mesure de l'intensité traversant des « résistances » différentes alimentées par un même générateur. Utilisation d'un multimètre en ohmmètre. Comportement du filament d'une lampe à incandescence soumis à différentes tensions.
LA LOI D'OHM		**Comment varie l'intensité dans une « résistance » quand on augmente la tension à ses bornes ?**
Le modèle du dipôle ohmique déduit des résultats expérimentaux. Loi d'Ohm. *[Mathématiques : tableau de données, représentations graphiques et proportionnalité, grandeur quotient]* *[Histoire des sciences : qu'est-ce qu'une loi ?]* Sécurité : fusibles. *[Thème : Sécurité]* *[Technologie : architecture et habitat, domotique, 5e]* *[Technologie : environnement et énergie : réalisation d'un produit, 4e]*	*Compétences expérimentales :* *- schématiser puis réaliser un montage permettant d'aboutir à la caractéristique d'un dipôle ohmique ;* *- présenter les résultats des mesures sous forme de tableau ;* *- tracer la caractéristique d'un dipôle ohmique.* Utiliser la loi d'Ohm pour déterminer l'intensité du courant dans une « résistance » connaissant sa valeur et celle de la tension appliquée à ses bornes.	*Construction point par point de la caractéristique d'un dipôle ohmique. *Construction à l'aide d'un tableur-grapheur de la caractéristique d'un dipôle ohmique. *[B2i]* *Acquisition de cette même caractéristique à l'ordinateur.

Commentaires

L'étude des notions de circuit, de tension, d'intensité et de dipôle est ici prolongée par la mise en évidence d'un lien simple entre l'intensité du courant et la tension pour un dipôle particulier déjà rencontré en cinquième. L'expérimentation est effectuée en courant continu.

L'étude des associations de résistances est hors programme.

Un dipôle est dit ohmique si sa caractéristique est de la forme U = R.I, R étant un paramètre qui caractérise le dipôle dans des conditions physiques déterminées. La résistance R étant en particulier fonction de la température, on utilise ces dipôles en évitant qu'ils ne s'échauffent. En effet on n'obtient plus une caractéristique rectiligne si l'on soumet un dipôle ohmique à des tensions qui engendrent un échauffement non négligeable. Ainsi le fait que le tracé expérimental de la caractéristique U = f (I) d'un filament de lampe à incandescence ne soit pas une droite ne doit pas être considéré comme une limite du modèle ohmique : elle est la traduction de la variation de la résistance en fonction de la température.

Dans le cadre d'un recours à l'informatique pour le tracé de la caractéristique d'un dipôle ohmique, l'élève peut entrer les données au clavier et les traiter à l'aide d'un tableur-grapheur (compétences attendues dans le *B2i*). Le professeur garde présent à l'esprit que l'acquisition de données par les capteurs relève plus du lycée que du collège bien que cette acquisition ne soit pas interdite si le niveau de la classe s'y prête.

La mise en œuvre d'un fusible est une première occasion de constater la conversion d'énergie électrique sous forme thermique (effet Joule). L'énergie est définie à ce stade, dans la continuité de l'enseignement primaire, de façon qualitative : l'énergie possédée par un système est une grandeur qui caractérise son aptitude à produire des actions. Dans le cas présent, l'action se manifeste d'une part par un transfert thermique qui peut être détecté par un échauffement, voire par une fusion, d'autre part par un rayonnement.

C. La lumière : couleurs et images

Durée conseillée : 9 semaines.

C1. Lumières colorées et couleur des objets

Le monde qui entoure l'élève est un monde coloré. Cette partie qui constitue une première approche de la couleur et qui interfère avec les arts graphiques est un terrain favorable pour une importante activité d'expérimentation raisonnée.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
LUMIÈRES COLORÉES ET COULEUR DES OBJETS		**Comment obtenir des lumières colorées ?**
Premières notions sur les lumières colorées : - rôle d'un filtre ; - spectre continu ; - superposition de lumières colorées. *[Arts plastiques : la couleur]* *[Technologie : architecture et habitat, 5e]* *[Technologie : design et produit, 4e]* *[Technologie : les matériaux, tous niveaux]*	*Compétence expérimentale : obtenir des lumières colorées par :* *- utilisation de filtres ;* *- décomposition de la lumière blanche par un réseau ou un prisme ;* *- diffusion de la lumière blanche à l'aide d'écrans colorés ;* *- superposition de lumières colorées.*	Utilisation d'un filtre. Réalisation d'un spectre continu. Obtention de lumières colorées avec des filtres. Obtention de lumières colorées par superposition de lumières colorées. *Utilisation de logiciels de synthèse additive des lumières colorées. *[B2i]*

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Premières notions sur la couleur des objets. *[Histoire des sciences et techniques : le trichromatisme]*	Faire le lien entre la couleur d'un objet et : - la lumière reçue ; - la lumière absorbée.	Mise en évidence de l'influence de la lumière incidente et de l'objet diffusant sur la couleur de celui-ci. Éclairage d'un écran blanc avec la lumière diffusée par un écran coloré. Activités documentaires : - utilisation des filtres colorés ; - utilisation de la synthèse additive des couleurs ; - éclairages de scènes, jeux de lumière… *Recherche documentaire : - présentation des récepteurs de la vision diurne ; - utilisation d'un logiciel de simulation sur la synthèse des couleurs.

Commentaires

Le thème de la couleur peut être développé à l'aide de spectres de lumières blanches ou filtrées. Il est intéressant de remarquer qu'un objet diffusant[4] absorbe une partie de la lumière reçue et se comporte donc, de ce point de vue, comme un filtre. Cependant, la compréhension de cette analogie n'est pas exigible. Les manipulations avec écrans diffusants colorés permettent de donner une première idée des facteurs intervenant dans la couleur perçue lorsqu'on regarde un objet.

Dans cette étude de la couleur, on évite des expressions abrégées telles que «le vert», «le rouge». En effet, celles-ci peuvent correspondre aussi bien à des lumières colorées qu'à des pigments. Elles risquent de renforcer l'idée que la couleur est une matière et de conduire à des confusions.

En ce qui concerne l'obtention de diverses teintes de lumière par superposition de faisceaux colorés, il s'agit simplement d'utiliser des « lumières primaires » (rouge, bleu, vert) bien précises pour obtenir des lumières secondaires et du blanc par synthèse additive de ces couleurs primaires. La synthèse soustractive est hors programme. On pourra signaler que le choix « rouge, bleu, vert » est arbitraire : il existe bien d'autres combinaisons possibles mais on retient ici celle qui est mise en œuvre en télévision (luminophores). Il existe de nombreux logiciels de simulation pour la synthèse additive ; ils peuvent être utilisés, mais cela ne peut pas remplacer les manipulations faites par les élèves eux-mêmes.

C2. Que se passe-t-il quand la lumière traverse une lentille ?

Dans le prolongement de la problématique introduite en classe de cinquième « comment éclairer et voir ? » et « comment a-t-on la perception de notre environnement par nos yeux ? », cette partie propose une première analyse de la formation des images.

4. On rappelle l'idée, vue en classe de cinquième, selon laquelle les objets diffusants renvoient la lumière dans toutes les directions. On peut signaler la distinction entre diffusion et réflexion, mais sans aucun développement. Les propriétés de la réflexion sont hors programme : leur étude intervient en classe de première.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
LENTILLES : FOYERS ET IMAGES		**Comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille ?**
Principe de formation des images en optique géométrique.	*Compétences expérimentales :* *- positionner une lentille convergente par rapport à un objet pour obtenir une image nette sur un écran ;* *- distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente ;*	Réception d'images sur des écrans diffusants. *Emploi d'un logiciel montrant le trajet des faisceaux de lumière. *Recherche documentaire et présentation : histoire de l'invention de la lentille.
Concentration de l'énergie avec la lentille mince convergente. Distance focale. Sécurité : danger de l'observation directe du soleil à travers une lentille convergente. *[Thème : Sécurité]*	*- trouver le foyer d'une lentille convergente et estimer sa distance focale.*	Analyse de l'effet d'une lentille convergente ou divergente sur un faisceau de lumière parallèle : - relevé sur une feuille de l'allure du faisceau émergent ; - mise en place d'une sonde de température au foyer image d'une lentille convergente. Détermination de foyers.
Modélisation de l'œil. La vision résulte de la formation d'une image sur la rétine. Approche expérimentale des corrections des défauts de l'œil (myopie, hypermétropie). *[Thème : Énergie]* *[SVT : organe sensoriel = récepteur, observation à l'œil nu, à la loupe, 4e]* *[SVT : observation à l'œil nu, à la loupe, 4e]* *[Arts plastiques : l'image]*	Retenir que l'œil est assimilable à une lentille convergente placée devant un écran. Retenir que la vision résulte de la formation d'une image sur la rétine jouant le rôle d'écran. Retenir la façon de corriger les défauts de l'œil (myopie, hypermétropie).	*Utilisation d'une maquette (ou d'un banc d'optique) modélisant l'œil ou d'un logiciel de simulation pour montrer la formation d'images sur la rétine et les corrections éventuelles de l'œil.

Commentaires

Les seules images étudiées sont des images réelles. Les expressions image réelle et image virtuelle ne sont pas introduites.

L'étude expérimentale des lentilles minces convergentes se fait en exploitant les éléments conceptuels introduits en cinquième : pour être vu un objet doit envoyer de la lumière dans l'œil ; sauf accident (obstacle, changement de milieu...), la lumière se propage en ligne droite ; un écran blanc éclairé en lumière blanche, diffuse de la lumière blanche dans toutes les directions.

On mentionne le foyer et la distance focale à propos de la concentration de l'énergie[5] issue d'une source éloignée. Cette propriété de concentrer l'énergie issue d'une source lointaine est un des éléments permettant de distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente. On attire l'attention des élèves sur le fait qu'ils ne doivent jamais observer le soleil directement à travers une lentille convergente.

On peut faire observer une image réelle sur un écran translucide, puis, l'œil étant bien placé, faire remarquer que l'écran est inutile et que l'image est visible « directement » même en lumière ambiante (on facilite l'accommodation en conservant un repère là où se trouvait l'écran).

L'utilisation éventuelle d'une maquette modélisant l'œil peut permettre de comprendre que voir, c'est obtenir une image sur la rétine. Dans le cas où la maquette se réduit à une lentille mince, on évite d'affirmer que celle-ci s'identifie au cristallin de l'œil car l'œil est un système optique épais et complexe dans lequel la cornée et l'humeur vitrée jouent un rôle important : on utilise plutôt le terme « lentille équivalente à l'œil ». Cette maquette sert aussi à présenter les corrections des défauts de l'œil qui seront limités à la myopie et l'hypermétropie.

Le professeur ne s'interdira pas, en réponse à la curiosité des élèves, d'utiliser avec eux une lunette astronomique ou un télescope pour observer des objets lointains tout en précisant aux élèves que ces instruments ne sont pas constitués que d'une seule lentille.

C3. Vitesse de la lumière

Les élèves ont revu en classe de cinquième que la lumière se propage en ligne droite. L'introduction de la vitesse de la lumière permet de définir la notion de vitesse et de travailler les puissances de 10 et les ordres de grandeur. C'est l'occasion d'aborder un autre exemple de relation de proportionnalité.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
		Comment chemine la lumière ?
Vitesse de la lumière dans le vide. *[Mathématiques : puissances de 10, ordres de grandeur, proportionnalité, grandeur quotient]* *[Histoire des sciences : la lumière et sa vitesse]*	Retenir que la lumière peut se propager dans le vide et dans certains milieux matériels. Mémoriser la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (3.108 m/s). Citer quelques ordres de grandeur des distances dans l'Univers à une puissance de 10 près ou des durées de propagation de la lumière qui leur correspondent.	*Études documentaires : - quelques expériences relatives à la mesure de la vitesse de la lumière ; - recherche des valeurs de la vitesse de la lumière dans des milieux transparents usuels (eau, verre…) : comparaison avec celle dans le vide et l'air. *[B2i]*

Commentaires

En ce qui concerne la vitesse de la lumière on se limitera à des calculs simples non répétitifs entre distance, vitesse et durée. Le recours à l'histoire des sciences est recommandé.

5. Les sources lumineuses émettent un rayonnement qui est transmis à travers l'air ambiant et même dans le cas du Soleil, à travers le vide interplanétaire. À l'arrivée sur une surface, l'énergie transportée par ce rayonnement est la cause de l'éclairement de celle-ci ; elle peut être pour une part réfléchie et diffusée, pour une autre transférée sous forme thermique à la surface de celle-ci.



oraires

Classe de cinquième

	Horaire-élève Enseignements communs	Horaire-élève possible avec les itinéraires de découverte (*)
Enseignements obligatoires		
Français	4 h	5 h
Mathématiques	3 h 30	4 h 30
Première langue vivante étrangère	**3 h**	**4 h**
Histoire-géographie-éducation civique	3 h	4 h
Sciences et techniques :		
- Sciences de la vie et de la Terre	1 h 30	2 h 30
- Physique et chimie	1 h 30	2 h 30
- Technologie	1 h 30	2 h 30
Enseignements artistiques :		
- Arts plastiques	1 h	2 h
- Éducation musicale	1 h	2 h
Éducation physique et sportive	3 h	4 h
Horaire non affecté à répartir par l'établissement	1 h	
Enseignements facultatifs		
Latin (***)	2 h	
Heures de vie de classe : 10 h annuelles		

(*) Itinéraire de découverte sur deux disciplines : 2 heures inscrites dans l'emploi du temps de la classe auxquelles correspondent 2 heures professeur par division.

(***) Possibilité de faire participer le latin dans les itinéraires de découverte, à partir de la classe de 4ème.

Classe de quatrième

	Horaire-élève Enseignements communs	Horaire-élève possible avec les itinéraires de découvertes (*)
Enseignements obligatoires		
Français	4 h	5 h
Mathématiques	3 h 30	4 h 30
Première langue vivante étrangère	3 h	4 h
Deuxième langue vivante (**)	**3 h**	
Histoire-géographie-éducation civique	3 h	4 h
Sciences et techniques :		
- Sciences de la vie et de la Terre	1 h 30	2 h 30
- Physique et chimie	1 h 30	2 h 30
- Technologie	1 h 30	2 h 30
Enseignements artistiques :		
- Arts plastiques	1 h	2 h
- Éducation musicale	1 h	2 h
Éducation physique et sportive	3 h	4 h
Horaire non affecté à répartir par l'établissement	1 h	
Enseignements facultatifs		
Latin (***)	3 h	
Langue régionale (****)	3 h	
Heures de vie de classe : 10 h annuelles		

(*) Itinéraires de découverte sur deux disciplines : 2 heures inscrites dans l'emploi du temps de la classe auxquelles correspondent 2 heures professeur par division.

(**) Deuxième langue vivante étrangère ou régionale.

(***) Possibilité de faire participer le latin dans les itinéraires de découverte, à partir de la classe de 4ème.

(****) Cette option peut être proposée à un élève ayant choisi une langue vivante étrangère au titre de l'enseignement de deuxième langue vivante.

Références des textes officiels

Programme

Arrêté du 25 juillet 2005

Programme de l'enseignement de physique-chimie en classes de cinquième et de quatrième

B.O. hors série n° 5 du 25 août 2005 volume 2

J.O. du 5 août 2005

Horaires

Arrêté du 26 décembre 1996 modifié par l'arrêté du 14 janvier 2002

Organisation des enseignements dans les classes de cinquième et quatrième de collège

B.O. n° 5 du 30 janvier 1997 et B.O. n° 8 du 21 février 2002

J.O. des 8 janvier 1997 et 10 février 2002